

# DIE NATÜRLICHEN PFLANZENFAMILIEN

NEBST IHREN GATTUNGEN  
UND WICHTIGEREN ARTEN INSBESONDERE  
DEN NUTZPFLANZEN

UNTER MITWIRKUNG ZAHLEICHER HERVORRAGENDER FACHGELEHRTEN  
BEGRÜNDET VON

A. ENGLER UND K. PRANTL

ZWEITE STARK VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE

HERAUSGEGEBEN VON

A. ENGLER

★

## 2. BAND

PERIDINEAE (Dinoflagellatae). DIATOMEAE (Bacillariophyta).

MYXOMYCETES

redigiert von E. Jahn.

Peridineae von E. Lindemann; Bacillariophyta (Diatomeae) von G. Karsten;  
Myxomycetes von E. Jahn.

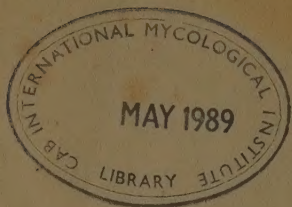
Mit 447 Figuren im Text, sowie dem Register zum 2. Bande



LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1928



From the estate of  
E. A. APINIS  
(1907-1979)





# DIE NATÜRLICHEN PFLANZENFAMILIEN

NEBST IHREN GATTUNGEN  
UND WICHTIGEREN ARTEN INSBESONDERE  
DEN NUTZPFLANZEN

UNTER MITWIRKUNG ZAHLREICHER HERVORRAGENDER FACHGELEHRTEN  
BEGRÜNDET VON

A. ENGLER UND K. PRANTL

ZWEITE STARK VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE

HERAUSGEGEBEN VON

A. ENGLER

★

## 2. BAND

PERIDINEAE (Dinoflagellatae). DIATOMEAE (Bacillariophyta).  
MYXOMYCETES  
redigiert von E. Jahn.

Peridineae von E. Lindemann; Bacillariophyta (Diatomeae) von G. Karsten;  
Myxomycetes von E. Jahn.

Mit 447 Figuren im Text, sowie dem Register zum 2. Bande



LEIPZIG  
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN  
1928

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten.  
Copyright 1928 by Wilhelm Engelmann, Leipzig.

# Inhalt

## Peridineae (Dinoflagellatae). Diatomeae (Bacillariophyta). Myxomycetes

Bemerkungen über die verwandtschaftlichen Beziehungen der in Band 2 abgehandelten Protophyten . . . . .	1
Abteilung <b>Peridineae (Dinoflagellatae)</b> . . . . .	3
Literatur S. 3. — Merkmale S. 12. — Vegetationsorgane S. 13. — Biologie S. 21. — Cytologie S. 24. — Entwicklung und Fortpflanzung S. 26. — Geschichte S. 30. — Vorkommen S. 31. — Systematik und Verwandtschaft S. 32. — Fossile Peridineen S. 33. — Nutzen und Schaden S. 33.	
Systematische Gliederung der Abteilung Peridineae (Ehrenberg) . . . . .	33
<b>Peridineae</b> . . . . .	35
Merkmale S. 35.	
Einteilung der Abteilung in Unterabteilungen . . . . .	36
1. Unterabteilung: <b>Adiniferae</b> . . . . .	36
Einteilung der Unterabteilung Adiniferae in Klassen (oder Reihen) . . . . .	36
1. Klasse: <b>Athecatales</b> . . . . .	36
<b>Haplodiniaceae</b> . . . . .	36
2. Klasse: <b>Thecatales</b> . . . . .	37
<b>Prorocentraceae</b> . . . . .	37
Einteilung der Familie S. 37.	
2. Unterabteilung: <b>Diniferae</b> . . . . .	38
Einteilung der Unterabteilung Diniferae in Klassen . . . . .	39
3. Klasse: <b>Gymnodiniales</b> . . . . .	39
Einteilung der Klasse Gymnodiniales in Familien S. 39.	
<b>Pronoctilucaceae</b> . . . . .	40
Einteilung der Familie S. 40.	
<b>Gymnodiniaceae</b> . . . . .	41
Einteilung der Familie S. 41.	
<b>Polykrikaceae</b> . . . . .	46
<b>Noctilucaceae</b> . . . . .	47
Einteilung der Familie S. 48. — Literatur S. 50. — Anhang S. 50	
<b>Warnowiaceae</b> . . . . .	51
Einteilung der Familie S. 51.	
<b>Blastodiniaceae</b> . . . . .	54
Einteilung der Familie S. 57.	
4. Klasse: <b>Amphilothales</b> . . . . .	68
Einteilung der Klasse Amphilothales in Familien S. 68.	
<b>Amphilothaceae</b> . . . . .	68
Einteilung der Familie S. 68.	
<b>Gymnasteraceae</b> . . . . .	69
Einteilung der Familie S. 69.	

5. Klasse: <b>Kolkwitiellales</b> . . . . .	70
Einteilung der Klasse Kolkwitiellales in Familien S. 70.	
<b>Ptychodiscaceae</b> . . . . .	70
<b>Kolkwitiellaceae</b> . . . . .	71
Einteilung der Familie S. 71.	
6. Klasse: <b>Dinophysiales</b> . . . . .	72
Einteilung der Klasse Dinophysiales in Familien S. 72.	
<b>Dinophysiaceae</b> . . . . .	73
Einteilung der Familie S. 73.	
<b>Amphisoleniaceae</b> . . . . .	77
Einteilung der Familie S. 77.	
7. Klasse: <b>Peridinales</b> . . . . .	79
Einteilung der Klasse Peridinales in Familien S. 79.	
<b>Glenodiniaceae</b> . . . . .	81
Einteilung der Familie S. 81.	
<b>Protoceratiaceae</b> . . . . .	83
Einteilung der Familie S. 83.	
<b>Dinosphaeraceae</b> . . . . .	84
<b>Gonyaulacaceae</b> . . . . .	84
Einteilung der Familie S. 85.	
<b>Peridiniaceae</b> . . . . .	88
Einteilung der Familie S. 88.	
<b>Ceratiaceae</b> . . . . .	91
Einteilung der Familie S. 91.	
<b>Goniodomaceae</b> . . . . .	94
<b>Heterodiniaceae</b> . . . . .	95
<b>Pyrophacaceae</b> . . . . .	96
<b>Ostreopsiaceae</b> . . . . .	96
<b>Oxytoxaceae</b> . . . . .	97
Einteilung der Familie S. 97.	
<b>Ceratocoryaceae</b> . . . . .	98
<b>Cladopyxiaceae</b> . . . . .	99
<b>Podolampaceae</b> . . . . .	100
Einteilung der Familie S. 100.	
3. Unterabteilung: <b>Phytodineriae</b> . . . . .	102
<b>Phytodiniaceae</b> . . . . .	102
Einteilung der Familie S. 102.	
Abteilung <b>Bacillariophyta (Diatomeae)</b> . . . . .	105
Wichtigste Literatur S. 105. — Merkmale S. 108. — Vorkommen S. 111.	
A. Morphologie der Diatomeenzelle S. 118.	
B. Anatomie der Diatomeenzelle S. 122.	
C. Der Protoplastmakörper der Diatomeenzelle S. 131.	
D. Besondere Eigenschaften der beiden Unterfamilien in Lebensweise, Wachstum und Entwicklung S. 140.	
E. Zur Physiologie der Diatomeenzelle S. 195.	
F. Wanderungen der Diatomeen S. 199.	
G. Verwandtschaftliche Beziehungen S. 199.	
H. Nutzen der Diatomeen S. 200.	
Einteilung der Abteilung S. 200. — Familien und Unterfamilien S. 201.	
<b>A. Centrales</b> . . . . .	203
<b>A. A. Encycliae</b> . . . . .	204
<b>I. Discaceae</b> . . . . .	204
1. <i>Coscinodiscoideae</i> S. 204. — a. <i>Melosirae</i> S. 204. — b. <i>Sceletonemieae</i> S. 208. — c. <i>Coscinodisceae</i> S. 210.	
2. <i>Actinodiscoideae</i> S. 214. — a. <i>Stictodisceae</i> S. 214. — b. <i>Planktonielleae</i> S. 217. — c. <i>Actinopticheae</i> S. 218. — d. <i>Asterolamprieae</i> S. 221. — e. <i>Actinoclavineae</i> S. 222.	
3. <i>Eupodiscoideae</i> S. 222. — a. <i>Pyrgodisceae</i> S. 222. — b. <i>Aulacodisceae</i> S. 224. — c. <i>Eupodisceae</i> S. 225. — d. <i>Tabulineae</i> S. 229.	

II. Soleniaceae . . . . .	230
4. Solenioideae S. 230. — a. Lauderieae S. 230. — b. Rhizosolenieae S. 232.	
A. B. Hemicycliae . . . . .	233
III. Biddulphiaceae . . . . .	233
5. Chaetoceroideae S. 233.	
6. Biddulphiodeae S. 235. — a. Eucampieae S. 236. — b. Triceratieae S. 237. — c. Biddulphiaceae S. 241. — d. Isthmieae S. 244. — e. Hemiauleae S. 244.	
7. Anauloideae S. 246.	
8. Euodioideae S. 248.	
IV. Rutlariaceae . . . . .	249
9. Rutlarioideae S. 249.	
B. Pennales . . . . .	250
B. I. Araphideae . . . . .	251
V. Fraglariaceae . . . . .	251
10. Tabellarioideae S. 251. — a. Tabellarieae S. 251. — b. Entopylieae S. 256.	
11. Meridionioideae S. 256.	
12. Fraglarioideae S. 259. — a. Diatomeae S. 259. — Fraglariaceae S. 261. — — c. Amphicampeae S. 267.	
B. II. Raphidioideae . . . . .	268
VI. Eunotiaceae . . . . .	268
13. Peronioideae S. 268.	
14. Eunotioideae S. 268.	
B. III. Monoraphideae . . . . .	269
VII. Achnanthaceae . . . . .	269
15. Achnanthoideae S. 269.	
16. Cocconeidoideae S. 270.	
B. IV. Biraphideae . . . . .	272
VIII. Naviculaceae . . . . .	272
17. Naviculoideae S. 272. — Einteilung der Naviculeae S. 272.	
18. Gomphonemoideae S. 285.	
19. Cymbelloideae S. 287.	
IX. Epithemiaceae . . . . .	291
20. Epithemiodeae S. 292.	
21. Rhopalodioideae S. 293.	
X. Nitzschiaceae . . . . .	293
22. Nitzschiodeae S. 293.	
23. Surirelloideae S. 297.	
Anhang: Formen unsicherer Stellung . . . . .	300
Abteilung Myxomycetes (Mycetozoa, Phytosarcodina, Schleimpilze, Pilztiere) . . . . .	304
Wichtigste Literatur S. 304. — Merkmale S. 304. — Vegetationsorgane S. 304 — Fort- pflanzung S. 306. — Ruhezustände S. 309. — Geographische Verbreitung S. 309. — Ge- schichte S. 309. — Verwandtschaft S. 310. — Nutzen und Schaden S. 311. — Einteilung der Abteilung in Reihen S. 311.	
1. Reihe: Hydromyxaes . . . . .	311
Wichtigste Literatur S. 311. — Merkmale S. 312. — Entwicklung S. 312. — Verwandt- schaft S. 312. — Übersicht über die Familien S. 312.	
Plakopodaceae . . . . .	313
Einteilung der Familie S. 313.	
Vampyrellaceae . . . . .	313
Einteilung der Familie S. 313.	
2. Reihe: Exosporales . . . . .	314
Ceratiomyxaceae S. 315. — Ceratiomyxa . . . . .	315
3. Reihe: Entoridiales . . . . .	315
Übersicht über die Familien S. 315.	
Reticulariaceae . . . . .	316
Einteilung der Familie S. 316.	

<b>Tubiferaceae</b> . . . . .	317
Einteilung der Familie S. 317.	
<b>Lycogalaceae</b> . . . . .	318
4. Reihe: <b>Liceales</b> . . . . .	318
Übersicht über die Familien S. 318.	
<b>Liceaceae</b> . . . . .	318
Einteilung der Familie S. 318.	
<b>Listerellaceae</b> S. 319. — <i>Listerella</i> . . . . .	319
5. Reihe: <b>Cribrariales</b> . . . . .	320
<b>Cribrariaceae</b> . . . . .	320
Einteilung der Familie S. 320.	
6. Reihe: <b>Stemonitales</b> . . . . .	321
Übersicht über die Familien S. 321.	
<b>Amaurochaetaceae</b> S. 321. — <i>Amaurochaete</i> . . . . .	321
<b>Stemonitaceae</b> . . . . .	322
Einteilung der Familie S. 322.	
<b>Collodermaceae</b> S. 324. — <i>Colloderma</i> . . . . .	324
<b>Echinosteliaceae</b> . . . . .	324
Einteilung der Familie S. 324.	
7. Reihe: <b>Physarales</b> . . . . .	325
Übersicht über die Familien S. 325.	
<b>Physaraceae</b> . . . . .	325
Einteilung der Familie S. 326.	
<b>Didymiaceae</b> . . . . .	331
Einteilung der Familie S. 331.	
8. Reihe: <b>Margaritales</b> . . . . .	333
<b>Margaritaceae</b> . . . . .	333
Einteilung der Familie S. 333.	
9. Reihe: <b>Trichiales</b> . . . . .	334
Übersicht über die Familien S. 334.	
<b>Arcyriaceae</b> . . . . .	334
Einteilung der Familie S. 334.	
<b>Trichiaceae</b> . . . . .	336
Einteilung der Familie. S. 336.	
Anhang zu den Myxomyceten . . . . .	337
<b>Chlamydomyxa</b> . . . . .	337
Literatur S. 337. — Merkmale S. 337. — Vegetationsorgane S. 337. — Ruhezustände S. 338. — Fortpflanzung S. 339. — Verwandtschaft S. 339.	
<b>Chlamydomyxa</b> . . . . .	339
Register zu Band 2 . . . . .	340—345

## **Bemerkungen über die verwandtschaftlichen Beziehungen der in Band 2 abgehandelten Protophyten.**

Von

**E. Jahn.**

Die drei Gruppen, die in dem vorliegenden Bande vereinigt sind, gehören zwar als entweder einzellige oder nichtzelluläre Organismen den Protophyten an, gehen aber jede in ihrer Art über die Organisation der Protophyten hinaus. Die Peridineen zeigen zwar zweifellos Beziehungen zu gewissen Flagellaten, als bewegliche Planktonorganismen haben aber einzelne eine Differenzierung des Bewegungs- und eines damit zusammenhängenden Perzeptionsapparats erreicht, wie sie sonst bei Einzelligen nicht vorkommt. Die Diatomeen finden ihren Anschluß wohl bei einzelligen Algen und behalten im allgemeinen die Algenorganisation bei. Durch die Ausbildung einer merkwürdigen Sexualität haben sie es aber zu einem Phasenwechsel der Kerne gebracht, wie er sich nur bei den höheren Algen findet. Bei Myxomyceten endlich lassen sich auf tierische Organismen, bestimmte Rhizopoden, zurückführen. Ihr Vegetationsorgan, das Plasmodium, zeigt durch seine Sexualität und die Kernphasen ebenfalls, daß die Ausgangsformen unmöglich auf einer so niederen Stufe gestanden haben können, wie man früher meinte. Den Charakter von Protophyten nehmen sie erst während der reproduktiven Periode an. Hier werden Sporangien und Ausstreuungsrichtungen für die Sporen entwickelt, die denen der höheren Pilze durchaus an die Seite gestellt werden können.



# Abteilung PERIDINEAE (DINOFLAGELLATAE).

Von  
**Erich Lindemann.**

Mit 92 Figuren.

**Literatur:** G. Abshagen: Das Phytoplankton des Greifswalder Boddens. Diss. Greifswald. — C. F. Adler, *Noctiluca marina* quam praesidio D. D. Caroli Linnaei publice ventilandam sistit Carolus Frid. Adler (Holmiensis, Upsaliae), 1752, Maji. in Linnaeus, C., *Amoenitates Academicae*, 3, 202—210, pl. 3. — W. E. Allen, Quant. studies on insh. mar. Diat. and Dinoflagellates of South Calif. Univ. of Calif. Publ. Zool. Vol. 22, 1922; Surface Catch. of mar. Diat. a. Dinofl. made by U. S. S. Pioneer betw. San Diego and Seattle in 1923. Ebendort, Vol. 26, 1924. — G. J. Allman, Observation on Aphanizomenon Flos-aquae, and a species of Peridiniae, Vol. III, 1855; Notes on Noctiluca. Quart. Journ. Micr. Sci., (2), 12, 327—334, pl. 18 (1872); Recent progress in our knowledge of the ciliate Infusoria. Mon. Micr. Jour., 14, 170—191, pl. 118. 1875. — N. W. Anissimowa, Neue Peridineae aus den Salzgewässern von Staraja Russa (Gouv. Nowgorod), Russische Hydrobiologische Zeitschrift der Wolga-Station in Saratow, Bd. V, Nr. 7—9, 1926. — C. Apstein, *Pyrocystis lunula* und ihre Fortpflanzung. Wiss. Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, 9, 263—269, pl. 10, 1906; Die Pyrocysteen der Plankton-Expedition. Ergebn. d. Pl.-Exp. d. Humboldt-Stiftung, 4, M. c. 1909; Knospung bei *Ceratium tripos* var. subsalsae. Intern. Revue d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. Vol. 3, p. 34, 1910; Über Knospung bei *Ceratium*; Schriften d. natw. Vereins für Schleswig-Holstein, Bd. 14, 1910; Parasiten von *Calanus finmarchicus*. Wiss. Meeresunters. Kiel, Abt. Kiel, N. F. XIII, 1911; Biologische Studie über *Ceratium tripos* var. subsalsae Ostf. Ebendort, N. F. XII, 1911. — H. Bachmann, Vergleichende Studien üb. d. Phytoplankton v. Seen Schottlands u. d. Schweiz, Arch. f. Hydrob. Bd. III, 1908; Charakterisierung des Vierwaldstättersees m. Netzf. u. Zentrif. Verh. d. natf. Ges. in Basel. Bd. 35, Teil I, 1923. — J. W. Bailey, Note on new species and localities of microsc. organisms; Smithsonian contrib. to knowledge. Vol. VII, 1855. — W. Baird, On the luminousness of the sea. Mag. Nat. Hist., 3, 308—321, 1830. — A. L. Barrows, The significance of skeletal variations in the Genus *Peridinium*. Univ. of California Publ. in Zool. Vol. 18, Nr. 15, p. 397—478, pl. 17—20, 1918. — K. Bělár, Der Formwechsel der Protistenkerne. Sonderabdruck aus »Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie«, Bd. 6, Jena, 1926. — R. S. Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morphol. Jahrb. 7, 177—288; pl. 12—16, 1881; Bidrag til Cilioflagellaternes Naturhistorie. Nat. Viden. Medd., Copenhagen, 1881. 60—76, 1881; Über die systematische Stellung der Gattung *Amphidinium*. Zool. Anz. 5, 693—695, 1882; Neue Untersuchungen über Cilioflagellaten. Kosmos, 1, 384—390, 1884; Über den Teilungsvorgang bei den Dinoflagellaten. Zoolog. Jahrb. (Spengel), Bd. 2, 1886. — V. H. Blackman, Observations on the Pyrocystaceae. The New Phytol., Vol. I, 1902. — H. Blanc, Note sur le *Ceratium hirundinella* O. F. M. Bull. soc. vaud. sc. nat. Bd. XX, 1884. — A. Borgert, Die Mitose bei marinen *Ceratium*-Arten. Zool. Anz. 35, 1910; Kern und Zellteilung bei marinen *Ceratium*-Arten. Arch. f. Protistenkde. Bd. 20, Heft 1, 1910; Eine neue Form der Mitose bei Protozoen nach Untersuchungen an marinen *Ceratium*-Arten. Verh. Intern. Zool. Congr., Graz, 1910, 408—418, 1911. — J. Bostock und H. T. Riley, The natural history of *Pliny*, translated by John Bostock and H. T. Riley. Book 2, chap. 3, p. 143. Observ. on phosphorescence, 1855. — E. Bovier-Lapierre, Observations sur les Noctiluques. Compt. rend. Soc. Biol., 1886; Note sur les chaînes de Péridiniens appartenant au genre *Polykrikos*. Ebendort, Paris, 8, 535—536, 1886; Nouvelles observations sur les Péridiniens appart. au genre *Polykrikos*. Ebendort, 5, 579, 1888. — V. Brehm, Beiträge z. faun. Durchforschung d. Seen Nordtirols. Natw.-med. Verein, 1907; Ergebnisse einiger im Marienbader Moorgebiet untern. Excursionen. Arch. f. Hydrob. Bd. XII, 1918. — T. Brightwell, On self-division in *Noctiluca*. Quart. Journ. Micr. Sci., 5, 185—191, pl. 12, 1857. — H. J. Broch, Bemerkungen über den Formenkreis von *Peridinium depressum* s. lat. Nyt Magazin for Naturvidensk. ILIV. Kristiania, 1906; Das

Plankton der schwed. Expedition n. Spitzbergen. K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Stockholm, 45, Nr. 9, 1908. (Ref. Bd. IV, Int. Revue); Die Peridinium-Arten des Nordhafens bei Rovigno im Jahre 1909. Arch. f. Protistenkde. XX, Jena, 1910. — J. R. Bruce, The metabolisme of the shore-living dinoflagellates. Brit. Journ. Exp. Biol. Bd. 2, 1925. — W. Busch, Observations on Noctiluca (miliaris?). Quart. Journ. Micr. Sci., 3, 199—202, pl. 10. Anonym, 1855. — P. Butschinsky, Die Protozoen-Fauna der Salzsee-Limane bei Odessa. Zool. Anz. 20, 194—197, 1897. — O. Bütschli, Einiges über Infusorien. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. IX, 1873; „Dinoflagellata“ in „Protozoa“ (Bd. I, 1883—87) in „Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs“, 906—1029, pl. 51—55, 1885; Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der sog. Cilioflagellaten u. d. Noctiluca. Morphol. Jahrb. 10, 529—577, pl. 26—28, 1885. — G. N. Calkins, The phylogenetic significance of certain Protozoon Nuclei. Ann. N. Y. Acad. Sc. XI, Nr. 16, 1898; Mitosis in Noctiluca miliaris and its bearing on the nuclear relations of the Protozoa and Metazoa. Journ. Morphol. Vol. 15, 711—772, pl. 42, 1899. — L. W. Carisso, Materiales para o estudo do plancton na costa Portuguesa. Fasc. I, Flagellia, Dinoflagellatae, Cystoflagellatae. Inaug. Diss. Coimbra, p. 1—116, 1911. — H. J. Carter, Note on the red colouring matter of the Sea round the shores of the island of Bombay. Ann. of Nat. Hist. 3 Ser., Vol. I, 1858; Remarks on H. S. Clarke's Peridinium cypripedium. Ann. and Mag. of Nat. Hist. Vol. 16, 1865; Note on a freshwater species of Ceratium from the lake of Nyssee Tal in Kumaon. Ebendort, Ser. IV, Vol. 7, 1871. — M. Caullery, Sur un parasite de Calanus helgolandicus Cl., appartenant prob. aux Péridiniens. (Ellobiopsis Chattoni n. g. n. sp.). Verh. intern. Zool. Kongress, Jena, 1910, p. 440—442, 1912; Ellobiopsis Chattoni n. g. n. sp., parasite de Calanus helgolandicus Cl., appartenant prob. aux Péridiniens. Bull. Sc. France-Belgique XLIV, p. 201—214, pl. 5, 1910. — D. Causey, Mitochondria in Noctiluca scintillans (Macartney 1810). Univ. of California Publ. in Zool. Vol. 28, Nr. 12, p. 225—230, p. 21, 1926. — E. Chatton, Les Blastodiniens, ordre nouveau de Dinoflagellés parasites. Comp. rend. Ac. Sc. Paris. CXLIII, p. 981—983, 1906; La biologie, la spécification et la position systématique des Amoebidium. Arch. Zool. exp. et gén. sér. 4, V, N u. R., p. XVII—XXI, 1906; La morphologie et l'évolution de l'Amoebidium recticola n. sp. commensal des Daphnies. Ebendort, sér. 4, V, N u. R., XXXIII—XXXVIII, 1906; Nouvel aperçu sur les Blastodiniens (Apodinium mycetoides n. g. n. sp.). Comp. rend. Ac. Sc. Paris, CXLIV, p. 282—285, 1907; Note préliminaire sur trois formes nouvelles du genre Blastodinium Ch. Bull. Soc. Zool. France, XXXIII, p. 134—137, 1908; Sur la reproduction et les affinités du Blastodinium poeppodorum. C. R. Soc. Biol. Paris, LXIV, p. 34—36, 1908; Sur l'existence de Dinoflagellés parasites coelomiques. Les Syndinium chez les Copépodes pélagiques. C. R. Ac. Sc. CII, p. 654—656, 1910; Paradinium Poucheti n. g. n. sp., flagellé parasite d'Acartia Clausi Gsb. C. r. Soc. Biol. Paris, LXIX, p. 341—343, 1910; Essai sur le noyau et la mitose chez les Amoebiens. Arch. Zool. exp. et gén. Sér. 5, V, p. 267—337, 1910; Sur divers parasites des Copépodes pélagiques obs. p. C. Apstein. C. R. Ac. Sc. CLII, p. 631—633, 1911; Diagnoses préliminaires de Péridiniens parasites nouveaux. Bull. Soc. Zool. France, XXXVII, p. 85—93, 1912; Transformations évolutives et cycliques de la structure péridinienne chez certains Dinoflagellés parasites. C. R. Ac. Sc. Paris, CLVIII, p. 192—195, 1914; L'autogénèse des nématocystes chez Polykrikos Schwartzi Bütschli. C. R. Ac. Sc. CLVIII, p. 434—437, 1914; Les cidocystes du Péridinium Polykrikos Schwartzi Bütsch. Arch. Zool. exp. et gén. LIV, p. 157—194, pl. 9, 1914; Les Péridiniens parasites; morphologie, reproduction, éthologie. Arch. de Zool. exp. et gén. Tome 59, p. 1—473, 1920; Sur l'existence de Péridiniens parasites chez les Radiolaires. C. R. Ac. Sc. Paris, Tome 170, p. 413, 1920; Sur un mécanisme cinétique nouveau: la mitose syndinienne chez les Péridiniens parasites plasmodiaux. C. R. Ac. Sc. Paris, Tome 173, p. 859—862, 1921; Les Péridiniens parasites des Radiolaires. Ebendort, Tome 177, p. 1246, 1923; und Weill, Sur l'appareil flagellaire des péridiniens et en part. du Polykrikos Schwartzi et ses relat. avec l'appareil nucléaire. C. rend. Soc. Biol. Tome 91, p. 580, 1924. — H. J. Clark, On the affinities of Peridinium cypripedium and Urocentrum turbo. Ann. and Mag. of Nat. Hist. Vol. 18, 1866; Preuves en faveur de la nature animale des infusoires cilio-flagellés basée sur l'étude d. l. struct. et la phys. d'un Péridinien. Arch. phys. et nat. Genève. Nouv. Pér. Vol. 26, 1866. — P. T. Cleve, Redogörelse för de Svenska hydrogr. unders. aren 1843—94 under ledn. af G. Ekman, O. Pettersson, och A. Wikander. 11. Planktonundersökningar, ciliofl. och diat. Bihang Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl., 20, Afd. 111, Nr. 2, p. 1—16, pl. 1, 2, 1894; Report on the Phytoplankton coll. on the exp. of H. M. S. „Research“, 1896. 15. annual Report of the Fishery Board for Scotland, 1897; A treatise on the Phytoplankton of the Atlantic and its tributaries. Upsala, 1897; On the seasonal distribution of some Atlantic plankton Organisms. Öfversigt af K. Sv. Vetensk. Akad. Förhandl., 1897, Nr. 3; Plankton coll. by the swed. Exp. to Spitzbergen in 1898. K. Sv. Vetensk. Akad. Handl., Bd. 32, Nr. 3, 1899; Plankton-Researches in 1897. Kgl. Sv. Vetensk. Akad. Handl. Bd. 32, Nr. 7, 1899; The Plankton of the north sea, the english channel and the Skagerak in 1898. Ebendort, Bd. 32, Nr. 8, 1900; Plankton from the south. Atlantic a. the south. Indian ocean. Öfvers. af K. Sv. Vetensk. Akad. Förhandl., Nr. 8, 1900; Notes on some atlantic Plankton organisms. K. Sv. Vetensk. Akad. Handl., Bd. 34, Nr. 1, 1900; Report on the Plankton coll. by the Sw. Exp. to Greenland in 1899. Ebendort, Bd. 34, Nr. 3, 1900; The seasonal distribution of atlant. Plankton

org. Göteborgs K. Vet. och Vitterhetssamhälles Handl., XVII, Göteborg, 1900; Additional notes on the season. distr. of atlant. Plankton org. Göteborg, 1902; Report on Plankton coll. by Mr. Thorild Wulff during a voyage to and from Bombay. Arkiv för Zoologi utg. af K. Sv. Vetensk. Akad. I, Stockholm, 1903. — R. Chodat, Sur un Glaucoecystis et sa position systématique. Bull. de la Soc. Bot. de Genève, 2. Sér., 11, 1919; Matériaux pour l'histoire des Algues de la Suisse. Ebendort, Bd. 13, 1921; Algues du Grand St.-Bernard. Ebendort, Bd. 15, 1923. — L. Cienkowski, Über Schwärmbildung bei Noctiluca miliaris. Arch. f. mikr. Anat., 7, 131—139, pl. 14, 15, 1871; Über Noctiluca miliaris Sur. Ebendort, 9, 47—61, pl. 3—5, 1872; Bericht über eine Excursion ins Weiße Meer im Jahre 1880 (russisch). Trav. Soc. Nat. Petrograd, XII, 1, 1881. — E. Claparède und J. Lachmann, Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Mém. Inst. Genevois, 5, mém. 3, 1858; 6, mém. 1, 1859; 7, mém. 1, 1861. — H. J. Clark, Proofs of the animal nature of the Cilioflagellate Infusoria, based upon investigation of the structure and physiology of one of the Peridinia (P. cypripedium). Ann. of nat. hist. 3. Ser., Vol. XVI, 1865. — F. Cohn, Neue Infusorien im Seeaquarium. Zeitschr. wiss. Zool., 16, 253—302, pl. 14, 15, 1866. — B. Collin, Sur un Ellobiopside nouveau parasite des Nébalies (Parallobiopsis Coutieri n. g. n. sp.). Compt. rend. Acad. Sci. Tome CLVI, p. 1332—1333, 1913. — W. Conrad<sup>1)</sup>, Recherches sur les Flagellates des nos eaux saumâtres. Arch. f. Protistenkde., Bd. 55, 1926. — C. J. Cori, Über die Meeresverschleimung im Golfe von Triest v. d. Sommers 1905. Arch. f. Hydrob., Bd. I, 1906. — H. Coutière, Sur les Ellobiopsis des crevettes bathypélagiques. Ebendort, Tome CLII, p. 409—411, 1911; Les Ellobiopsidae des crevettes bathypélagiques. Bull. Sc. France-Belgique. Paris, XLV, p. 186—206, pl. 8, 1911. — J. Cuesta, Urcelay el cariosoma en las Peridineas. Bol. de Peseas, 1921. — E. v. Daday, Über eine Polythalamie der Kochsalztümpel bei Déva in Siebenbürgen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 40, 465—480, pl. 24, 1883; Neue Tierarten a. d. Süßwasserfauna v. Budapest. Nat. Hefte, Pest, Bd. IX, 1885; Untersuchungen über die Süßwasser-Mikrofauna Paraguays. Zoologica, Hefte 44; Systemat. Übersicht über die Dinoflagellaten des Golfes von Neapel. Termész. Füzetek, Bd. XI, 98—109, pl. 3, 1888; Plankton-Tiere a. d. Viktoria Nyanza. Sammelausbeute v. A. Borgert 1904—05. Zool. Jahrb. Abt. Syst., Bd. 45. — U. Dahlgren, The production of light by animals. Journ. Franklin Int. Inst., Philadelph., 180, 513—538, 711—727, 1915; Idem, ibid., 181, 108—125, 1916. — P. A. Dangeard, Les Péridiniens et leur parasites. Journal de Botanique, Paris, 2, 126—146, pl. 5, 1888; La nutrition animale des Péridiniens. Le Botaniste II, p. 7—27, pl. 1, 2, 1892; Coloration vitale de l'appareil vacolaire chez les Péridiniens. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, Tome 177, Nr. 20, 1923. — J. Danysz, Un nouveau Péridinien et son évolution. C. R. Biol. Paris, Tome III, 1886; Contributions à l'étude de l'évolution des Péridiniens d'eau douce. C. R. Acad. Sc. Paris, Tome 105, 1886. — Y. Delage und E. Hérouard, Traité de Zoologie concrète. I. Paris, Schleicher, 1, 1896. — K. M. Diesing, Systema Helminthum. Vindobonae, C. Gerold's Sohn, 1, 1850; Revision der Prothelminthen. S. B. Math. Nat. Klasse Kgl. Akad. Wiss. Wien, Bd. 52, 287—401, 1866. — F. Doflein, Zell- und Protoplasma Studien. Heft I, Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ont., 14, 1—60, pl. 1—4, 1900. — V. Dogiel, Haplozoön armatum n. g. n. sp., der Vertreter einer neuen Mesozoa-Gruppe. Zool. Anz., Bd. 30, 1906; Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. Mitt. zool. Station Neapel, Bd. 18, 1906; Catenata, eine neue Mesozoen Gruppe. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 89, 1908; Untersuchungen über ein. neue Catenata. Ebenda, Bd. 94, p. 400, 1910. — F. Du Jardin, Histoire naturelle des Zoophytes, Infusoires. Paris, 1841. — J. S. Dunkerley, Nuclear division in the dinoflagellate, Oxyrrhis marina Duj. Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh, 20, 217—220, 1921. — E. G. Ehrenberg, Beiträge zur Kenntnis der Infusorien u. ihre geogr. Verbreitung. Abhandl. d. Berliner Akad., 1830; Über die Entwicklung und Lebensdauer der Infusionstiere. Ebenda, 1831; Dritter Beitrag zur Erkenntnis großer Organisation. Ebenda, 1833; Das Leuchten des Meeres. Ebenda, 1834; Mittheilungen über die in den Feuersteinen bei Deltsch vorkommenden mikrosk. Algen und Bryozoen. Ebenda, 1836; Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Berlin und Leipzig, 1888; Beobachtungen von 274 Infusorienarten. Monatsber. d. Berliner Akad. 1840; Mikrogeologie, Leipzig, 1854; Über das Leuchten u. über neue mikrosk. Leuchtthiere des Mittelmeeres. Monatsber. d. Berliner Akad. 1859; Die das Funkeln und Aufblitzen des Mittelmeeres bewirkenden unsichtbar kleinen Lebensformen (Festschrift). Berlin, 1873. — Emmerling, Hydrolyse der Meeresleuchtinfusorien der Nordsee. Biochem. Zeitschr., Bd. 18, 1909. — G. S. Entz, Beiträge zur Kenntnis der Infusorien. Zeitschr. wiss. Zool., 38, 1883; Die Flagellaten der Kochsalzteiche zu Torda und Szamosfalva. Term. Füzetek, Bd. 7, 139—168, pl. 3, 4, 1888. — G. J. R. Entz, Die Fauna der continentalen Kochsalzgewässer. Math. nat. Ber. Ungarn, 19, 1904; Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. I. Die Peridineen des Quarnero u. d. Variieren mariner Ceratien. II. Homologie des Panzers u. d. Teilung der Phalacromeen und Ceratien. Math. nat. Ber. Ungarn, Bd. 20, 1905; Über die Organisationsverh. einiger Peridineen. Math. nat. Abh. Ungarn, Vol. 25, 1907 (1909); Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. Ebendort, Vol. 30, 1910; Über ein neues Süßwasser-Gymnodinium. Arch. f. Protistenkde., Bd. 29, p. 401, 1913; Über die mitotische Teilung von Ceratium hirundinella. Arch. f. Protistenkde., Bd. 43, 1921; On chain formation in Ceratium

1) Diese bemerkenswerte Arbeit konnte leider im Text nicht mehr berücksichtigt werden.

hirundinella. *Biologica Hungarica*, I. f. 3, 1924; Über Cysten und Encystierung der Süßwasser-Cerarien. *Arch. f. Protokde.*, Bd. 51, 1925; Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. Ebendort, Bd. 56, 1926. — Fabre-Dormerie, Note sur une nouvelle forme de Colpode (C. Henneguy) et sur un Flagelle pelagique. *Ann. de Micrographie* I, 1888—89. — E. Fauré-Fremiet, Etudes descriptives des Peridiniens et des infusoires Ciliés. *Ann. Sci. Nat. (Zool.)* Paris, N. S., Tome VII, 1908; Le tentacle de la Noctiluca miliaris. *Bull. Soc. Zool. Paris*, Tome 35, 1910; Sur les „nematocystes“ de Polykriks et de Campanella. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 75, 366—368, 1913; Sur les nematocystes et les trichocystes de Polykriks. *Bull. Soc. Zool. France*, 38, 289—290, 1913; Sur l'Erythropis agilis R. Hertwig. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 157, 1019—1022, 1913; Erythropis agilis. *Arch. f. Protistenkde.*, 35, 24—45, 1914; Le Mikroplankton de la Baie de la Croisic. *Bull. Soc. Zool. Paris*, Tome XLVII, Teil II: ebendort, Tome XLVIII, 1922, 1923. — R. Florentin, Etudes sur la faune des mares salées de Lorraine. *Ann. Sci. Nat. Zool.*, 10, 209—350, 1899. — V. Folgner, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgesch. einiger Süßwasserperidineen. *Österr. bot. Zeitschr.*, Jahrg. 49, 1899. — A. Forti und R. Issel, Histioneis Kofoidi n. sp. *Nuov. Notaris.* — H. Fraude, Grund- und Plankton-Algen der Ostsee. X. Jahresber. d. Geogr. Ges. zu Greifswald 1905—06. Greifswald, 1907. — G. Fresenius, Die Infusorien des Seewasseraquariums. *Zool. Gart.*, 82—89, 1865. — E. Fromental, Etudes sur les Microzoaires ou Infusoires prop. dits comp. de nouvelles rech. sur leur organisation, 1. class. et la descr. des espèces nouv. ou peu connues. Paris, Masson, 1874. — L. Geitler, Gymnodinium amphidinioides, eine neue blaugrüne Peridinee. *Botan. Arch.*, 6, 1924; Über Chromatophoren und Pyrenoide bei Peridineen. *Arch. f. Protistenkde.*, Bd. 53, Heft 2, S. 343, 1926. — E. H. Giglioli, La fosforescenza del mare, note pel. ed. oss. fatte dur. un viaggio di circumnavigazione 1865—68, colla descriz. di due nuove Noctiluche. *Atti Acc. Torino*, 5, 485—505, 1870. — H. H. Gran, Protophyta: Diatomaceae, Silicoflagellata and Ciliolagellata. The Norwegian North-Atlantic Exp. 1876—78. Kristiania, 1897; Hydrog.-biol. Studies of the North Atlantic Ocean a. the Coast of Nordland. Report Norweg. Fisheries and Marine Invest., I, Nr. 5, 1900; Das Plankton des norwegischen Nordmeeres. Ebendort, II, Nr. 5, 1902; The Plankton Production in the North European Waters in the Spring of 1912. *Bull. Plank. for 1912*. Cons. Perm. int. p. l'Explor. de la Mer. Copenhagen, 1915. — B. M. Griffith, On Glaucocystis Nostochinearum. *Ann. of Bot.* 1915, 29, 413. — G. H. Grosvenor, On the nematocysts of aeolids. *Proc. Roy. Soc., London*, 72, 1903. — Goethart und Heinsius, Biologie van Noctiluca miliaris. Staatscourant 1892. — A. C. J. van Goor, Die Cytologie von Noctiluca miliaris im Lichte d. neuer. Theor. üb. d. Kernbau d. Protisten. *Arch. f. Protistenkde.* Bd. 39, Heft 2, 147—208, Taf. 15—16, 1918. — P. Gourret, Sur les Péridiniens du Golfe de Marseille. *Ann. Mus. Marseille. Zool.*, T. 1, 1883. — O. Guyer, Beiträge z. Biol. d. Greifensees m. bes. Berücks. d. Saisonvariat. v. Ceratium hirundinella. *Arch. f. Hydrob.*, 6, 1910. — R. P. Hall, Binary Fission in Oxyrrhis marina Duj. *Univ. of California Publ. Zool.*, Vol. 26, Nr. 16, p. 281—324, 1925; Mitosis in Ceratium hirundinella O. F. M. with notes on nuclear phenomena in encysted forms and the question of sexual reproduction. *Univ. of Calif. Publ. Zool.* Vol. 28, Nr. 3, 1925. — A. Hempel, Descriptions of New Species of Rotifera and Protozoa from the Illinois River and adjacent Waters. *Bull. Illinois State Lab. Nat. Hist.* Vol. IV, 1896. — W. A. Herdman, On the occurrence of Amphidinium operculatum Cl. et L. in vast quant. at Port Erin, Isle of Man. *J. Linn. Soc. Zool., London*. Vol. XXXII, Nr. 212, 1911. — C. E. Herdman, Dinoflagellates and other Org. causing Discoloration of the Sand. *Trans. Liverpool Biol. Soc.*, 35, 1921; Notes on Dinoflagellates and other Organisms causing Discoloration of the Sand at Port Erin. Ebendort, 36, 1922; Idem, III. Rep. Oceanogr. Dep. of the Univ. of Liverpool, 1923; Idem, IV. *Trans. Liverpool Biol. Soc.*, 38, 1924. — R. Hertwig, Erythropis agilis: eine neue Protozoe. *Morph. Jahrb.*, 10, 1884; Ist Erythropis agilis eine losgerissene Spastostyla sertulariarum? *Zool. Anz.*, 8, 108—112, 1885; Über Leptodiscus medusoides, eine neue den Noctiluken verwandte Flagellate. *Jen. Zeitschr. f. Naturw.*, XI, 1877. — G. Hieronymus, Beitr. z. Morph. u. Biol. d. Algen. I. Glaucocystis nostochinearum Itz. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl., 5, 1892. — R. Hirasaka, A Case of Discoloured Sea water. *Annotat. Zoolog. Japonenses*. Tokyo, Vol. X, Art. 15, 1922. — R. Hovasse, Les Péridiniens intracellulaires des radiolaires coloniaux. *Bull. Soc. Zool. France*. Tome 48, 1923; „Endodinium chattoni“, parasite des Velleles; un type exc. de variat. du nombre des chromosomes. *Bull. Biol. Fr. Belg.* Tome 57, 1923; Zooxanthella Chattoni (Endodinium Chattoni). Etude complémentaire. *Ibid.* Tome 58, 1924; und G. Teissier, Péridiniens et Zooxanthelles. *C. R. Ac. Sc. Paris*. Tome 176, 1923. — G. Huber, Formanomalien bei Ceratium hirundinella O. F. M. *Intern. Revue*, Bd. 7, 1914; und Fr. Nipkow, Experimentelle Unters. über die Entwicklung v. Ceratium hirundinella O. F. M. *Zeitschr. f. Botanik*, Jahrg. 14, Heft 5, 1922; Exp. Unters. üb. Entw. u. Formbildg. v. Ceratium hirundinella. O. F. M. *Flora. N. F.* Bd. 116, Heft 1/2, 1923. — H. Huitfeldt-Kaas, Die limnetischen Peridineen in norweg. Binnenseen. *Vidensk. Skrifter* 1900, Nr. 2. — T. H. Huxley, On the Structure of Noctiluca miliaris. *Journ. Roy. Mic. Soc.* Vol. III, 1855. — O. Imhof, Studien z. pelag. Fauna d. Schweizerseen. *Zool. Anz.*, VI, 1883; Resultate m. Studien üb. d. pel. Fauna d. Süßwasserbecken d. Schweiz. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. 40, 1884; Weitere Mitt. üb. d. pel. u. Tiefsee-Fauna d. Süßw.-Becken. *Zool.*

Anz., VIII; Faunistische Studien in 18 kl. u. gr. österr. Süßwasserbecken. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. 91, 1885. — V. Jollos, Dinoflagellatenstudien. Arch. f. Protistenkde., 19, 178—206, 1910. — O. Jörgensen, Occurrence of Amphidinium operculatum at Cullercoats. Rep. Dove Marine Laboratory for 1918. — E. Jörgensen, Protophyten und Protozoen im Plankton aus der Norweg. Westküste. Bergens Mus. Aarb., VI, 1899; Protist Plankton of North. Norw. Fiords. Bergens Museums Skrifter 1905; Report of Prof. Dr. E. Jörgensen, of the Cathedral School of Bergen, Norway. Carnegie Inst. Wash., Yearbook, Dept. Marine Biol., 9, 146—148, 1910; Reports on investigations and projects. Ibid., 9, 146—148, 1910; Die Ceratien. Eine Monographie. Suppl. d. Intern. Revue, zu Bd. IV, 1911; Ceratium, in Résumé des Observations sur le Plankton des mers explorées, 1902—08. Bull. trim. du Conseil perm. intern. p. l'expl. de la mer, II, Copenhagen, 1911; Bericht üb. d. von d. schwed. Hydrogr.-Biol. Komm. i. d. schwed. Gewässern in den Jahren 1909—10 einges. Planktonproben. Ur. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens-Skrifter, IV, Göteborg, 1913; Mediterranean Ceratia. Report on the Danish oceanogr. Exp. 1908—10 to the med. and adj. Seas, Vol. II, Biology, 1920; Mediterranean Dinophysiaceae. Rep. on the Danish Ocean. Exp. 1908—10 to the med. and adj. Seas, Vol. II, Biology, 1923. — C. Ishikawa, Vorläufige Mitt. über die Konjugationserscheinungen bei d. Noctilucae. Zool. Anz., Bd. 14, 1891; Studies of reproductive elements II. Noctiluca miliaris Sur.; its division and spore formation. Journ. Coll. Sc., Vol. VI, 1894. Tokyo. Kurze Mitt. in Ber. Natf. Ges., Freiburg, Bd. 8; Ref. im Bot. Centrabl., Bd. 14 und im Journ. R. Micr. Soc., London, 1894; Über die Kernteilung bei Noctiluca miliaris. Ber. Natf. Ges. Freiburg, Bd. 8, 1894; Further observ. on the nuclear division of Noctiluca. Journ. Sci. Coll. Imp. Univ. Tokyo. Vol. XII, 1899. — G. Karsten, Wiss. Ergebnisse d. Deutsch. Tiefsee-Expedition, 1905—07. — S. Kent, A Manual of the Infusoria, London, 1880—82. — G. Keysselsitz, Studien über Protozoen. Aus dem Nachlaß v. Fritz Schaudinn. Arch. f. Protistenk., 11, 334—350, pl. 19—21, 1908. — Ch. Killian, Le cycle évolutif du Gloeodinium montanum (Klebs). Arch. f. Protistenk., 1925. — G. Klebs, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen usw. Unt. bot. Inst. Tübingen, I, 1883; Ein kleiner Beitrag zur Kenntnis der Peridineen. Bot. Zeitung, 1884; Über die Organisation und die systematische Stellung der Peridineen. Biol. Centrabl., IV, 1885; Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen u. Flagellaten. Unt. bot. Inst. Tübingen, II, 1886; Flagellatenstudien, I—II. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 55, 1892; Über Flagellaten- und Algen-ähnliche Peridineen. Verh. d. Nath.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, Heft 4, 1912. — Ch. A. Kofoid, Craspedotella, a new genus of the Cystoflagellata, an example of convergence. Bull. Mus. Harvard. Coll. Vol. XLVI, p. 163—165, 1905; On the structure of Gonyaulax triacantha Jörg. Zool. Anz., 30, 102—105, 1906; Dinoflagellata of the San Diego Region. I. On Heterodinium, a new genus of the Peridinidae. Univ. of Calif. Publ. Zool. Vol. 2, Nr. 8, 1906; Idem, II. On Triposolenia, a new genus of the Dinophysidae. Ebendort, Vol. 3, Nr. 6, 1906; A Discussion of species characters in Triposolenia. Ebendort, Vol. 3, Nr. 7, 1906; On the significance of the Asymmetry in Triposolenia. Ebendort, Vol. 3, Nr. 8, 1906; Reports on the Sc. Results of the Exped. to the Eastern Trop. Pacific etc. Preliminary Report on the Dinoflagellidia. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., 1906; Idem, New Species of Dinoflagellates. Ebendort, Vol. L, Nr. 6, 1907; The Plates of Ceratium. Zoolog. Anzeiger, Bd. 32, Nr. 7, 1907; Dinoflagellata of the San Diego Region. III. Descriptions of new Species. Univ. of Calif. Publ. Zool., Vol. 3, Nr. 13, 1907; The structure and systematic position of Polykrikos Bütsch. Zool. Anz., 31, 291—293, 1907; On Ceratium eugrammum and its related species. Zool. Anz., Bd. 32, Nr. 1, 1907; Exuviation, autotomy and regeneration in Ceratium. Univ. of Calif. Publ. Zool., Vol. 4, Nr. 6, 1908; Notes on some obscure species of Ceratium. Ebendort, Vol. 4, Nr. 7, 1908; On Peridinium Steini Jörg., with a note on the nomenclature of the skeleton of the Peridinidae; Arch. f. Protistenkde., Bd. 16, 1909; The Morphology of the skeleton of Podolampas. Ebendort, Bd. 16, 1909; Mutations in Ceratium. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard, 52, 211—257, 1909; The faunal relations of the Dinoflagellata of the San Diego region. Proc. 7th Intern. Zool. Congr. Boston, 1910, 922—927, 1910; Significance of certain forms of asymmetry of the dinoflagellates. Ebendort, 928—931, 1910; A Revision of the Genus Ceratocorys, based on skeletal Morphology. Univ. of Calif. Publ. Zool., Vol. 6, Nr. 8, 1910; Dinoflagellata of the San Diego Region IV: The genus Gonyaulax, with notes on its skeletal morphology and a discussion of its generic and specific characters. Ebendort, Vol. 8, Nr. 4, 1911; On the skeletal Morphology of Gonyaulax catenata (Lev.). Ebendort, Vol. 8, Nr. 5, 1911; Dinoflagellata of the San Diego Region V: On Spiraulax, a new genus of the Peridinida. Ebendort, Vol. 8, Nr. 6, 1911; The morphol. interpretation of the structure of Noctiluca, and its bearings on the status of the Cystoflagellata (Haeckel). Univ. of Calif. Publ. Zool., Vol. 19, 317—334, 1919; On Oxyphysis oxytoxoides n. g. n. sp. Univ. of California Publ. Zool., Vol. 28, Nr. 10, 1926; and E. J. Rigden, A peculiar form of schizogony in Gonyaulax. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., Vol. 54, 335—348, 1912; und J. Michener, Reports on the Sc. Results of the Exped. to the Eastern Trop. Pacific etc. New genera and species of Dinoflagellates. Ebendort, Vol. 54, 265—302, 1911; On the structure and relationships of Dinospaera palustris (Lemm.). Univ. of Calif. Publ. Zool., Vol. 11, Nr. 2, 1912; und O. Swezy, On the orientation of Erythropsis. Univ. of Calif. Publ. Zool., Vol. 18, 89—101,

1917; The free-living unarmored Dinoflagellata. Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921. — R. Kolkwitz, Zur Biologie der Talsperren. Mitt. Kgl. Prüfung. Wasservers. Abwäss., 15, 1911; Das Plankton des Rheinstroms v. s. Quellen bis z. Mündung. Ber. Deutsch.-Bot. Ges., 30, 1912. — F. Krause, Über das Auftreten v. extramembranösen Plasma u. Gallerthüllen bei Ceratium hirundinella. Intern. Revue, Bd. III, 181, 1910. — A. Krohn, Notizen über die Noctiluca miliaris. Arch. f. Naturgesch., 1852. — J. Kunster, Les yeux des infusoires flagellifères. Journ. Microg., Paris, 11, 1886. — E. Küster, Eine kultivierbare Peridineae. Arch. f. Protistenkde., XI, 1908. — H. Laackmann, Ungeschl. u. geschl. Fortpflanzung der Tintinnen. Wiss. Meeresunters. N. F., Bd. I. — V. H. Langhans, Gem. Populationen von Ceratium hirundinella (O. F. M.) Bergh u. ihre Deutung. Arch. f. Prot., Bd. 52, 1925. — K. Lantzsch, Studien üb. d. Nannoplankton des Zugersees u. s. Bez. z. Zoopl. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 1914. — V. Largajolli, La varietà oculata del Glenodinium pulvisculus (Ehrbg.) Stein. Nuova Notarisia, Ser. 18, 1907. — R. Lauterborn, Über die Winterfauna ein. Gew. d. Oberrheinebene, m. Besch. neu. Prot. Biol. Centrabl., 14, 390—398, 1894; Kern und Zellteilung von Ceratium hirundinella O. F. M. Zeitschr. wiss. Zool., 59, 167—190, pl. 12, 13, 1895; Diagnosen neuer Protozoen a. d. Geb. d. Oberrheins. Zool. Anz. 1896; Flagellaten a. d. Gebiete des Oberrheins. Zeitschr. wiss. Zool., 65, 1898. — M. V. Lebour, The Peridinales of Plymouth Sound from the Region beyond the Breakwater. Journ. Marine Biol. Ass., Plymouth, XI, 2, 1917; Plymouth Peridiniens, I, II, III. Ebendort, XII, 4, 1922; Idem, ibid. XIII, 1, 1923; The Dinoflagellates of Northern Seas. Plymouth, 1925. — M. Lefèvre, Contribution à la flore des Algues d'eau douce du nord de la France. Bull. de la Soc. Bot. de France, V Sér., Tome I, 1925. — E. Lemmermann, Zweiter Beitrag z. Algenflora d. Plön. Seengeb. Forschungsber. d. biol. Stat. in Plön, Teil IV, 1896; Planktonalgen d. Müggelsees b. Berlin. Zeitschr. f. Fischerei, 1896; Idem, ibid. 1897; Neue Schwebalgen a. d. Umg. v. Berlin. Ber. Deutsch.-Bot. Ges., Bd. 18, 1900; Peridinales aquae dulcis et submar. Hedwigia, Bd. 39, 1900; Diagnosen neuer Schwebalgen. Ber. Deutsch.-Bot. Ges., Bd. 18, 1900; Planktonalgen. Erg. e. Reise n. d. Pacific. Abh. Nat. Ver. Bremen, Bd. 16, 1900; Das Phytoplankton des Ryck u. d. Greifswalder Boddens. Ber. Deutsch.-Bot. Ges., Bd. 19, 1901; Das Phytoplankton des Meeres. II. Abh. Nat. Verein Bremen, Bd. 17, 1901; Peridinales. Ber. Deutsch.-Bot. Ges., Bd. 20, 1902; Brandenburgische Algen. Zeitschr. f. Fischerei, Jahrg. XI, 1903; Das Phytopl. e. Plöner Seen. Forschungsber. d. Station Plön, Teil X, 1903; Phytopl. aus Sandhem (Schweden). Bot. Notiser, 1903; Über die Entstehung neuer Planktonformen. Ber. Deutsch.-Bot. Ges., Bd. 22, 1903; Das Phytopl. d. Ausgrabenseen b. Plön. Forschungsber. d. biol. Stat. Plön, Teil XI, 1904; Das Plankton schwed. Gew. Ark. f. Bot., Bd. II, Nr. 2, 1904; Phytopl. aus Schlesien. Forschungsber. d. Stat. Plön, Teil XII, 1905; Üb. d. v. Hr. Dr. W. Volz a. s. Weltreise ges. Süßwasser-algen. Abh. Nat. Verein Bremen, Bd. 18, 1905; Die Algenflora d. Sandwich-Inseln. Engler, Bot. Jahrb., Bd. 34, 1905; Das Phytopl. d. Meeres. III. Beih. z. Bot. Centrabl., Bd. 19, 1905; Üb. d. Vorkommen v. Süßwasserformen im Phytopl. d. Meeres. Arch. f. Hydrob., Bd. I, 1906; Gonyaulax palustris, eine neue Süßw.-Perid. Beih. z. Bot. Centrabl., Bd. 21, 1907; Algen a. d. Biviera v. Lentini (Sizilien). Arch. f. Hydrob., Bd. IV, 1908; Das Phytopl. d. Menam. Hedwigia, Bd. 48, 1909; Planktonalg. a. d. Schliersee. Arch. f. Hydrob., Bd. V, 1910. — R. Leuckart, Bericht üb. d. Leistg. i. d. Naturg. d. nied. Tiere, während d. J. 1859. Arch. f. Naturgesch., Bd. II, 1861. — K. M. Levander, Notiz üb. d. Trüfung d. Schalenmembran d. Glenodinium cinctum. Zool. Anz., Nr. 405, 1892; Verz. d. während d. Sommers 1891 bei Rostock beob. Protozoen. Arch. Ver. Freunde Nat. Mecklenburg, 46, 1892; Materialien z. K. d. Wasserfauna i. d. Umg. v. Helsingfors etc. Acta Soc. Fauna, Flora Fenn., 12, Nr. 2, 1894; Peridinium catenatum n. sp. Ebendort, 9, Nr. 10, 1894; Liste üb. im finnischen Meerb. i. d. U. v. Hels. b. Prot. Zool. Anz., 17, 1894; Z. K. d. Lebens i. d. steh. Kleingewässern a. d. Skäreninseln. Acta Soc. Fauna, Flora, Fenn., 18, Nr. 6, 1900; Z. K. d. Fauna u. Flora finn. Binnenseen. Ebendort, 19, Nr. 3, 1900; Eine neue farblose Peridinium-Art. Medd. af Soc. pro Fauna et Flora Fennica, 28, 1902; Üb. d. i. d. Umg. v. Esbø-Löfö im Meerwasser vork. Thiere. Ebendort, 20, Nr. 6, 1910; Z. K. d. Bucht Tavastfjärd in hydrob. Hinsicht. Medd. af Soc. p. F. u. F. F., 1914; Redogörelse etc. Deutsches Referat: Bericht, abgegeben v. d. Arbeitsausschuß z. Unters. d. Wassers u. d. Planktons d. finn. Binnengew. Helsingfors, 1915; Z. K. d. Bodenfauna u. d. Planktons d. Pojowiek. Helsingfors, 1915; Z. K. d. Küstenplanktons im Weißen Meere. Medd. af Soc. p. F. u. F. Fenn., 42, 1916; Redogörelse etc. Deutsches Referat. Arbeitsausschuß d. f. Binnengew., 1918. — E. Lindemann, Studien z. Biologie d. Teichgewässer. Zeitschr. f. Fischerei. N. F., Bd. I, Heft 3/4, 1915; Beiträge z. Kenntn. d. Seenplanktons d. Prov. Posen (Südwestpos. Seengruppe) I. Zeitschr. d. natw. Vereins d. Prov. Posen, Jahrg. 23, Heft 3, 1916; Peridinium Güstrowiense n. sp. u. s. Variationsformen. Arch. f. Hydrob., Bd. XI, 1916; Beiträge z. Kenntn. d. Seenplanktons d. Prov. Posen (Südwestpos. Seengruppe) II. Zeitschr. d. natw. Vereins d. Prov. Posen, Jahrg. 24, Heft 3, 1917; Mitt. üb. Posener Peridineen. Ebendort, Jahrg. 25, Heft 1, 1918; Unters. üb. Süßwasserperidineen u. i. Variationsformen. I. Arch. f. Protistenkde., Bd. 39, Heft 3, 1918; Idem, II. Arch. f. Naturgeschichte, 84. Jahrg., Abt. A, Heft 8, 1918; Technische Winke f. d. Unters. v. Süßwasserperidineen. „Mikrolog. Monatshefte“, Heft 3. Jahrg. XII, 1922; Ein neues Spirodinium. Hedwigia,

Bd. 64, 1922; Peridineen, in: Die Mikroflora d. Zwergbirkenmoores v. Neulinum. Schriften f. Süßw. u. Meeresk., Heft 3, 1923; Eine interessante Süßwasserflagellate. Ebendort, Heft 1, 1923; Üb. Peridineen ein. Seen Süddeutschlands u. d. Alpengeb. Ebendort, Heft 10, 1923; Neue von G. J. Playfair beschr. Süßwasserperidineen aus Australien etc. Arch. f. Protistenkd., Bd. 47, Heft 1, 1923; Eine Entwicklungshemmung bei P. Borgei u. ihre Folgen. Arch. f. Protistenkd., Bd. 46, Heft 3, 1923; Der Bau d. Hülle bei Heterocapsa und Kryptoperid. foliaceum (Stein) n. nom. (Zugleich e. vorl. Mitt.) Bot. Arch., Bd. V, 1—2, 1924; Peridineen a. d. »Goldenen Horn u. d. Bosphorus«. Bot. Arch., Bd. V, 3—4, 1924; Mitt. üb. nicht genüg. bekannte Peridineen. Arch. f. Prot., Bd. 47, H. 3, 1924; Über finnische Peridineen. Arch. f. Hydrob., Bd. 15, 1924; Peridineen d. Alpenrandgebietes. Bot. Arch., Bd. 8, 3—4, 1924; Gesamtbearb. d. Süßwasserperidineen in »Eyferth-Schönichen, Einfachste Lebensformen«, Verlag Bermühler, Berlin-Lichterfelde, 1924; Vom Plankton warmer Meere. »Die Naturwissenschaften«, Jahrg. 12, Heft 43, 1924; Neuebeobachtungen üb. d. Winterperidineen d. Golfes v. Neapel. Bot. Arch., 9, 1—3, 1925; Peridineen d. Oberrheins u. s. Altwasser. Bot. Arch., Bd. XI, 5—6, 1925; Peridineen aus Seen d. Schweiz. Bot. Arch., 10, 1—2, 1925; Bewegliche Hüllenförmung etc. Arch. f. Hydrob., Bd. 16, Heft 3, 1926; Peridineen aus Altwassern d. Flusses Donjez bei Charkow (Ukraine). Bot. Arch., Bd. 14, 5—6, 1926; Üb. e. Perid. d. Kieshofer Moores (im Druck). — Th. List, Über die Temporal- und Lokalvariation v. Ceratium hirundinella O. F. M. Arch. f. Hydrob., Bd. 7, 1912. — Lo Bianco, Agrosphaera pellucida in: Le pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col Yacht »Puritan«. Mitt. d. Zool. Stat. Neapel, Vol. 16, 1903. — H. Lohmann, Neue Untersuchungen etc. Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, 7, 1902; Unters. z. Feststellung etc. Ebendort, 10, 1908; Üb. d. Nanoplankton etc. Intern. Revue, 4, 1911; Bevölkerung des Oceans. Arch. f. Biontologie, Bd. 4, 3, 1920. — F. Ludwig, Leuchten unsere Süßwasserperidineen? Bot. Centrabl., 76, 1898. — J. Macartney, Observations upon luminous animals. Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1810. — L. Maggi, Intorno al Ceratium furca Cl. u. L. e ad una varietà. Bollettino scientifico. Anno I, 1880; Tassonomia e corologia dei Cilioflagellati. Ebendort, Anno II, 1880; Intorno ai Cilioflagellati Nota corologica. Rendic. de R. Inst. Lombardo. II. Vol. 13, 1880. — L. Mangin, Observations sur la constitution de la membrane chez les Péridiniens. C. R. Ac. Sc. Paris, CXLIV, p. 1055—1058, 1907; La cuirasse des Péridiniens. Intern. Revue, IV, 1911; A propos de la division chez certains Péridiniens. Vol. publ. en souv. de L. Rivier, 1911; Sur l'existence dextres et sinistres chez cert. Péridiniens. C. R. Ac. Sc. Paris, 153, 27, 1911; Sur la Peridiniopsis asymetrica et la Peridinium Paulseni. Ebendort, 153, 644, 1911; Modifications de la cuirasse chez quelques Péridiniens. Intern. Revue, 4, 1911; Phytoplankton de la croissance du René dans l'Atlantique. Ann. Inst. Oceanogr., Paris, 1912; Sur la flore planctonique de la rade de St. Vaast-la-Hougue, 1908—12. Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat., Paris, 5e Série, V, 1913; Phytoplankton Antarctique. Exp. Antarct. de la »Scotia«, 1902—04. Separatum ohne Jahr. — S. M. Marshall, On Proterothripsis vigilans, n. sp. Quart. Journ. Micr. Sci., London, N. S., Nr. 274, Vol. 69, pt. II, 1925. — Massart, Sur l'irritabilité des Noctiluques. Bull. Sc. Fr. et Belg. Paris, T. 25, 1898. — E. Metchnikoff, Zur Streitfrage über Erythropsis agilis. Zool. Anz., 8, 438/34, 1885. — A. Meunier, Microplankton des mers de Barents et de Kara. Duc d'Orléans: Campagne Arctique de 1907, 1910; Microplankton de la Mer Flamande. 3. Les Péridiniens. Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Bruxelles 8, Nr. 1, Brüssel, 1919. — G. A. Michaelis, Über das Leuchten der Ostsee, n. eig. Beob. Hamburg, 1830. — Mingazzini, Radiozoum lobatum. Ric. Lab. Anat., Roma, Vol. 10, 1904. — R. Minkiewicz, Note sur le saison-dimorfisme chez le Ceratium furca Duj. de la Mer Noire. Zool. Anz., Bd. 23, 1900. — K. Möbius, Das Meerleuchten, nach e. i. Hamburger Athenaeum geh. Vortrage (Hamburg, Perthes-Besser & Manke), 1861. — O. F. Müller, Historia vermium terrestrium et fluviatilium, Hauniae, 1773; Zoologiae Danicae prodromus, Hauniae, 1777; Animalcula Infusoria fluviatilia et marina. Opus posth. cura O. Fabrici. Hauniae, 1786. — J. Murray, Preliminary reports etc. »Challenger-Exp.« Proc. Roy. Soc. London, 24, 1876; Pyrocystis noctiluca. Rep. Sci. Res. »Challenger«-Exp. Narrat. I, 1885. — G. Murray and F. G. Whitting, New Peridiniaceae from the Atlantic. Trans. Linn. Soc., London, 2 Ser., Bot., V, 1899. — E. Naumann and O. Gertz, Vegetationsfärgningar i äldre tider (schwedisch). Biologisk-historiska Notiser, Lund, 1916. — E. Neresheimer, Die Mesozoen. Zool. Centrabl., XV, 1908. — T. Nishikawa, Gonyaulax and the discoloured Water in the Bay of Agui. Ann. Zool. Japon, Vol. IV, pt. 1, 1901. — C. L. Nitsch, Beitrag zur Infusorienkunde. Neue Schriften der Naturf. Ges. zu Halle, Bd. III, Heft 1, 1817. — N. Ohno, Beobachtungen an einer Süßwasser Peridinee. Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, 32, 1911. — K. Okamura, An annotated list of plankton microorg. of the Japanese coast. Annot. Zool. Japon, 6, 1907; Plankton-organisms from Bonita fishing grounds. Rep. Imp. Bur. Fish. Japan, 1, 1912; Cochlodinium catenatum u. sp. Rep. Fish. Inst. Japan, 12, 1916; und T. Nishikawa, A list of the species of Ceratium in Japan. Ann. Zool. Japon, Vol. V, pt. 3, 1903. — F. Oltmanns, »Dinoflagellata« in »Morphologie u. Biologie d. Algen«. 1922. — C. H. Ostenfeld, Phytoplankton fra det Kaspiske Hav. Videns. Medd. nat. For., Kjöbenhavn, 1901; Phytoplankton from the sea around the Faeröes. Botany of the Faeröes, 2, 558—611, 1903; Catalogue des espèces de plantes et d'animaux obs. dans le Plankton rec. p. l. exp. pér.

dep. le mois d'août 1902 j. mois de mai, 1905. Intern. Council for Study of Sea, Publ. Circ., 33, 1—122, 1906; Beiträge zur Kenntnis d. Algenflora d. Kossogol-Beckens i. d. nordw. Mongolei, m. sp. Ber. d. Phytopl. Hedwigia, 46, 1907; The Phytopl. of the Aral Sea and its affluents, with an enum. of the Algae obs. Wiss. Ergeb. Aralsee Exp., 3, 123—225, 1908; Notes on the Phytoplankton of Victoria Nyanza, East Africa. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., Vol. LII, Nr. 10, 1909; Catalogue des espèces de pl. et d'anim. obs. d. l. Pl. rec. p. etc. Intern. Council for Study of Sea, Publ. Circ., 48, 1—151, 1909; De Danske farvedes Plankton. Vid. Skrif., Math.-nat., 9, 1913; A List of Phytopl. from the Boeton Strait, Celebes. Dansk. Bot. Archiv, II, Nr. 4, Copenhagen, 1915. — W. Ostwald, Theoretische Planktonstudien. Zool. Jahrb. Syst., Bd. 18, 1903; Über eine neue theoret. Betrachtungsweise i. d. Planktologie etc. Forschungsber. a. d. Biol. Stat. Plön, Bd. 10, 1903. — A. Pascher, Über Flagellaten und Algen. Ber. d. Deutsch.-Bot. Ges., Bd. 32, Heft 2, 1914; Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten. Arch. f. Protistenkde., Bd. 36, 1915; Zur Auffassung der farblosen Flagellatenreihen. Ber. d. Deutsch.-Bot. Ges., Bd. 34, 1916; Fusionsplasmoidien bei Flagellaten u. i. Bd. f. d. Abl. d. Rhizopoden v. d. Flagellaten. Arch. f. Protistenkde., 37, 1916; Flagellaten und Rhizopoden i. i. geg. Bez. Arch. f. Protistenkde., Bd. 38, Heft 1, 1917; Von der merkwürdigen Bewegungsweise ein. Flagellaten. Biol. Centrabl., Bd. 37, Nr. 9, 1917; Von einer allen Algenreihen gem. Entwicklungsregel. Ber. d. Deutsch.-Bot. Ges., Bd. 36, 1918; Über das regionale Auftreten roter Organismen in Süßwasserseen. Bot. Arch., Bd. III, 1923; Über die morphol. Entwicklung d. Flagellaten zu Algen. Ber. d. Deutsch.-Bot. Ges., Bd. 42, S. 148, 1924. — O. Paulsen, Plankton investigations in the Waters round Iceland in 1903. Medd. Havunders., Kjöbenhavn, Ser. Plankton, Bd. 1, Nr. 1, 1904; On some Peridineae and Plankton Diatoms. Ibid., Bd. I, Nr. 3, 1905; The Peridinales of the Danish Waters. Ibid., Bd. I, Nr. 5, 1907; Nordisches Plankton, XVIII, Peridinales, 1908; Marine Plankton from the East Greenland Sea. III. Peridinales. Medd. Gronl., Kjöbenhavn, XLII, 1911; Peridinales Ceterae. Bull. Trim. etc. publ. par le bureau du conseil perm. int. p. l'expl. de la Mer, résumé plaukt., Part 3, Copenhagen, 1912. — J. Pavillard, Recherches sur la flore pélagique de l'étang de Thau. Trav. Inst. Bot. Univ. Montpellier, Cete, 1905; Sur les Ceratium du Golfe du Lion. Bull. de la soc. bot. de France LIV, Paris, 1907; Etat actuel de la protistologie végétale. Prog. Rei Botan., Jena, 3, 1910; A propos du *Diplopsalis lenticula* Bergh. C. R. Ac. Sci., Paris, 155, 1912; Le genre *Diplopsalis* Bergh et les genres voisins. Montpellier, 1913; Péridiniens nouveaux du Golfe du Lion. C. R. Soc. Biol. Tome LXXVIII, p. 120, 1915; Recherches sur les Péridiniens du Golfe du Lion. Trav. Inst. Bot. Univ., Montpellier, Cete, S. mixte, Mem. 4, 1916; Accroissement et scissiparité chez les Péridiniens. C. R. Ac. Sc., 160, 1916; Un Flagelle pélagique aberrant, le *Pelagorhynchus marinus*. C. R. Ac. Sc., Paris, 164, 1917; Protistes nouveaux un peu connus du Plankton Méditerranéen. Ibid., 1917; Sur le *Gymnodinium pseudonocitilica* Pouch. Ibid., 172, 1921; *Pronocitilica* et *Noctilica*. Bull. Soc. Bot. France, Sér. 4, T. XXII, 1922; A propos de la systématique des Péridiniens, Ibid., Sér. 4, T. XXIII, 1923. — E. Penard, Contributions à l'étude des Dinoflagellés. Recherches sur le Ceratium macroceros avec obs. sur le Ceratium cornutum. Inaug. Diss., Genève, 1888; Les Peridinales du Léman. Bull. Soc. Bot., Genève, 6, 1891. — Ch. Pérez, Sur un organisme nouveau (*Blastulidium poeppodium*), parasite des embryons de Daphnies. C. R. Soc. Biol., LV, 1903; Nouvelles observations sur le *Blastulidium poeppodium*. C. R. Soc. Biol., LVIII, 1905. — M. Perty, Zur Kenntnis kleinster Lebensformen nach Bau, Functionen, Systematik, mit Specialverzeichnis der in der Schweiz beobachteten. Bern, 1852. — E. Pitard, A propos du Ceratium hirundinella O. F. M. Arch. d. sc. phys. et nat. de Genève, 1897, III. — L. Plate, *Pyrodinium bahamense* n. g. n. sp. Die Leuchtperidinee des Feuersees von Nassau, Bahamas. Arch. f. Protistenkde., Bd. 7, 1906. — G. I. Playfair, Peridineae of New South Wales. Proc. of the Linnean Soc. of New South Wales, Vol. xlv, Part. 4, 1919. — F. Poche, Das System der Protozoa. Arch. f. Prot., 30, 125—321, 1913. — G. Pouchet, Sur l'évolution des Péridiniens et les particularités d'organisation, qui les rapprochent des Noctiluques. C. R. Ac. Sc., Paris, 95, 1882; Fünf Teile der »Contribution à l'histoire des cilio-flagellés«. Journ. Anat.-Physiol., Paris, 1883, 1885, 1885, 1887 und 1892; Sur un Péridinien parasite. C. R. Ac. Sc., Paris, 98, 1884; Sur un flagellé parasite viscéral des Copépodes. C. R. Soc. Biol., 1890; Contribution à l'histoire des Noctiluques. Journ. de l'Anat. et de la Physiol., 1890; Sur la flore pélagique de Naalsoeffjord. C. R. Ac. Sc., Paris, 114, 1892; Sur la faune pélagique de Dyrefjord (Islande). Ibid., 114, 1892; Sur le polymorphisme du Péridinium acuminatum Ehr. Ibid., 117, 1893; »Histoire Naturelle.« In Voyage de »La Manche« à l'île Jan Mayen et au Spitzberg (1892). Nouv. Arch. Missions. Sci. et Lit., 5, 1894; A. Pratje, *Noctilica miliaris* Sur. etc. Arch. f. Protistenkde., Bd. 42, 1921; Zur Chemie des *Noctilica*-Zellkerns. Zeitschr. f. Anat. u. Entw., Bd. 62, 1921; Die verwandtschaftl. Beziehungen der Cystofl. zu den Dinofl. Arch. f. Prot., Bd. 42, 1921. (Referat über Kofoids *Noctilica*-Arbeit.) — A. Pütter, Leuchtende Organismen. Zeitschr. f. allg. Physiologie, V, 1905. — de Quatrefages, Observations sur les Noctiluques. Ann. des Sci. Nat. Sér. 3, Zool., Tome XIV, 1850. — H. C. Redeker, Overzicht over de samenstelling van het Plankton der Oosterschelde. In: Hoek, P. P. C., Rapport over de oorzaken van den achteruitgang in holdanigheid van de Zeeuwse oester. S'Gravenhage,

1902. — J. Reinke, Über das Leuchten von *Ceratium tripos*. Wiss. Meeresunters. N. F., Bd. III. — F. Rieß, Beiträge zur Fauna der Infusorien m. d. beigef. Ehrenberg'schen Systeme. Diss., Wien, 1842. — C. Robin, Recherches sur la reproduction gémipaire et fissipare des Noctiluques. (*Noctiluca miliaris*). Journ. Anat. Physiol., 14, 1878. — J. Schiller, Neue Peridinium-Arten aus der nördlichen Adria. Österr. bot. Zeitschr. Nr. 9. 1911. Heterodinium in der Adria. Arch. f. Protokde., Bd. 36, 1916; Kleinere Mitteilungen über neue Procerentrum- und Exuviaella-Arten aus der Adria. Arch. f. Protokde., Bd. 38, 1918; Der thermische Einfluß u. d. Wirkung des Eises auf die planktischen Herbstvegetationen i. d. Altwässern der Donau bei Wien. Arch. f. Protokde., Bd. 56, 1926. — J. A. Schilling, Die Süßwasser-Peridineen. Flora 1891. Diss., Basel; Unters. über die tierische Lebensweise ei. Peridineen. Ber. d. Deutsch-Bot. Ges., 9, 199, 1891; Kleiner Beitrag zur Technik der Flagellatenforschung. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk., 8, 314, 1891; Dinoflagellatae (Peridineae). Heft 3 von Pascher's Süßwasserflora etc. Fischer, Jena, 1913. — L. K. Schmarda, Zur Naturgeschichte Ägyptens. Denkschr. d. Wiener Akad., Bd. VII, 1854. — J. Schmidt, Peridiniales (Flora of Koh Chang, Pt. IV). Bot. Tidsskrift, XXIV, Kjöbenhavn, 1901. — H. Schneider, Kern und Kernteile bei *Ceratium tripos*. Arch. f. Prot., 48, 1924. — F. v. P. Schrank, Mikroskopische Wahrnehmungen. Der Naturforscher, XXVII, 1793; Briefe naturhistorischen, physikalischen und oeconomischen Inhaltes an Herrn B. S. Nau. Erlangen, 1802; Fauna Boica III, 2. 1803. — B. Schröder, Das Phytoplankton des Golfes v. Neapel nebst vergl. Ausblicken auf d. d. Atlantischen Oceans. Mitt. Zool. Station Neapel, Bd. 14, 1901; Beiträge zur Kenntnis des Phytoplanktons warmer Meere. Vierteljahrsschrift d. natf. Gesellschaft in Zürich, Jahrg. 51. Zürich, 1906; Adriatisches Phytoplankton, Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-Natw. Klasse, Bd. CXX, Abt. 1, 1911; Über Planktonepibionten. Biolog. Centralbl., Bd. 34, Nr. 5, 1914; Schwebepflanzen aus d. Wigrysee bei Suwalki in Polen. Ber. d. Deutsch-Bot. Ges., Bd. 35, Heft 3, 1917; Beiträge zur Kenntnis d. Phytoplanktons a. d. Kochel- u. d. Walchensee in Bayern. Ber. d. Deutsch-Bot. Ges., Bd. 25, Heft 7, 1917; Phytoplankton aus d. Schlawasee. Ber. d. Deutsch-Bot. Ges., Bd. 35, Heft 9, 1918; Die Vegetationsverhältnisse der Schwebepflanzen im Schlawasee. Ebendort, Bd. 36, Heft 10, 1919; Beiträge z. K. d. Algenvegetation d. Moores v. Groß-Isar. Ebendort, Bd. 37, Heft 6, 1919; Schwebepflanzen a. d. Saaborsee u. a. d. größ. Seen bei Liegnitz. Ebendort, Bd. 38, Heft 3, 1920; Die neun wesentlichen Formtypen von *Ceratium hirundinella* O. F. M. Arch. f. Naturgesch., 84. Jahrg., 1918, Abt. A, Heft 8, 1920; Phytoplankton aus Seen von Mazedonien. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-Natw. Klasse, Abt. 1, Bd. 130, 1921. — C. Schröter, Die Schwebeflora unserer Seen. 98. Neujahrsbl. d. Naturf. Ges. in Zürich, 1897. — M. Schultze, Beobachtungen an *Noctiluca*. Arch. f. Micr. Anat., II, 1866. — F. Schütt, Über die Sporenbildung mariner Peridineen. Ber. d. Deutsch-Bot. Ges., Bd. 5, Heft 8, 1887; Über Peridineenfarbstoffe. Ebendort, Bd. 8, 1890; Sulla Formazione Schieletrica intracellulare di un Dinoflagellato. Neptunia, Nr. 10, 1891; Analytische Plankton-Studien. Kiel und Leipzig, 1892; Über die Organisationsverhältnisse des Plasmaleibes der Peridineen. Sitzungsber. d. K. Preuß. Akad. d. Wiss. Physik.-Math. Klasse, XXIV, 1892; Die Peridineen der Plankton-Expedition. I. Kiel u. Leipzig, 1895; »Peridiniales« (Engler u. Prantl. Die nat. Pflanzenfamilien. 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b.) 1896; Centrifugales Dickenwachstum d. Membran u. extram. Plasma. Jahrb. f. wiss. Bot., 23, 1899. — A. Seligo, Hydrobiologische Untersuchungen III. Die häufig. Planktonwesen nordostdeutscher Seen. Danzig. — G. Senn, *Oxyrrhis marina* et le système des flagellés. Arch. Sc. phys. et nat. Genève., 1909; *Oxyrrhis*, *Nephroselmis* und einige Euflagellaten. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 97, 1910. — B. W. Skvortzow, Eine neue Süßwasserart der Gattung Amphidinium Cl. u. L. aus d. Nord-Mandschurei. Russ. hydrob. Zeitschr. der Wolga-Station, Saratow, Bd. IV, Nr. 7—9, 1925. — M. Slabber, Naturkundige Verlustigkeiten, behelzende mier. Waarneemingen van In- en Uitlandse, Water- end Land-Dieren. (Haarlem, Basch), p. 166, 18 Taf., 1771 und 1778. — Fr. v. Stein, Der Organismus der Infusionstiere. III. Abt., II. Hälfte. Leipzig, 1883. — F. Steinecke, Die Algen des Zehlaubbruches. Schr. d. Phys.-ökon. Ges. zu Königsberg, 1916. — W. Stüwe, Phytoplankton aus dem Nord-Atlantik im Jahre 1898 und 1899. Bot. Jahrb. f. Syst. Pfl.-Gesch. u. Pfl.-Geogr., Bd. 43, Heft 4, 1909, Diss., Greifswald. — O. Suchlandt, Dinoflagellaten als Erreger von rotem Schnee. (Vorl. Mitt.) Ber. d. Deutsch-Bot. Ges., Bd. 34, Heft 4, 1916. — Mss. Suriray, in Lamarek 1816. Auch 1836. — J. Tempère, Infusoires cilio-flagellés des récoltes pélagiques. Micr. Prep., 6, 1898. — M. Traunsteiner, Peridineen als roter Schnee. Kleinwelt, Nr. 7, 1914. — H. B. Torrey, An unusual occurrence of Dinoflagellata on the California coast. Amerik. Nat., 36, 187—192, 1902. — H. Utermöhl, Einige Bemerkungen üb. d. Formenkreis v. *Gymnodinium mirabile* Pen. Schriften f. Südw. u. Meeresk. Büsum, Heft 1, 1923; Das Nannoplankton ostholsteinischer Seen. Verh. d. Intern. Vereinig. f. theoret. u. ang. Limnologie. Stuttgart, 1923; Limnologische Phytoplanktonstudien. Arch. f. Hydrob., Suppl.-Bd., V, 1925. — E. Vanhöffen, Die Fauna und Flora Grönlands. Grönland-Exp. d. Ges. f. Erdk., Berlin, II, 1897; Das Genus *Ceratium*. Zool. Anz., Nr. 499, 1899; Deutsche Südpolarexpedition, vorl. Bericht. Mitt. a. d. Inst. f. Meeresk. zu Berlin, 1904. — B. de Vincent, Encyclopaédie méthodique. Histoire naturelle Zoophytes, 1824. — M. J. Virieux, Quelques Algues et quelques Péridiniens de Franche-Comté. Contrib.

à l'étude des Algues de la Région Jurassienne. Bull. de la Soc. d'Histoire anat. du Doubs. Jahr?; Sur la reproduction d'un Péridinien limnétique, P. westi Lemm. C. R. Soc. Biol., Bd. 76, p. 554, Paris 1914. — C. Vogt, Über Erythropsis agilis R. Hertw. Zool. Anz., 8, 153, 1885; Ein wissenschaftl. Irrthum. Die Natur, 34, 163—187, 1885. — E. Warming, Om nogle ved Danmarks kyster levende Bacterier. Vidensk. Medd. fra naturh. Foren., Kjøbenhavn, 1875. — W. Webb, On the Noctiluca miliaris. Quart. Journ. Micr. Sci., n. s., 3, 102—106, 1885. — A. Weber van Bosse, Etudes sur les Algues de l'Archipel Malaisien. Ann. du Jard. Bot. du Buitenzorg, Sér. 2, Vol. II. — E. Werner, Der Bau des Panzers von Ceratium hirundinella. Ber. d. Deutsch.-Bot. Ges., 28, 193—197, 1910. — J. F. Weißé, Verzeichniß aller von mir in einem 30-jährigen Zeitraume zu St. Petersburg beobachteten Infusorien, Bacillarien und Rädertiere. Bull. de la soc. imp. de natur. de Moscou, 1863. — Weitlaner, Tagebuchnotizen eines Schiffszarztes über das Meeresleuchten. Verh. Zool. Bot. Ges., Wien, Bd. 56, 1902. — Ref. im Journ. R. Micr. Soc., London, 1902. — C. Wesenberg-Lund, Studier over de Danske Soers Plankton. Danske Ferskv. Biol. Lab. Op., 5, 1904; A comparative study of the lakes of Scotland and Denmark. Proc. Roy. Soc. Edinburgh, 25, 1905; Studier over de Danske Soers Plankton. Danske Ferskv. Biol. Lab. Op., 5, 1908. — G. S. West, Report on the Freshwater Algae, incl. Phytopl., of the 3. Tanganyika Exp. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 38, 1907; The Algae of the Yan Yean Reservoir. Ibid., Vol. 39, 1909; A biol. investigation of the Peridineae of Sutton Park, Warwickshire. New Phytolog., 8, 1909; Algae, Vol. I, incl. Peridineae. Cambridge Botanical Handbooks. 1916. — W. West and G. S. West, A comparative study of the plankton of some Irish lakes. Trans. Roy. Irish. Acad., 33, 1906; A further contribution to the Freshwater Plankton of the Scottish lochs. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XLI, Pt. 3, 1905; The British fresh-water phytoplankton, with special reference to the desmid-plankton etc. Proc. Roy. Soc. London, B. 81, 165—200, 1909. — T. Whitelegge, On the recent decolouration of the waters of Port Jackson. Rec. Australian Mus. Sydney, 1, 1891. — N. Wille, Algologische Notizen. XVI—XXI. Nyt Mag. Nat., 48, 1910. — R. von Willemoes-Suhm, Zur Entwicklung eines Peridinium. Zeitschr. f. wiss. Zoolog., 1871. — R. R. Wright, The plankton of eastern Nova Scotia waters etc. Ann. Rep. Dept. Mar. and Fish., Fisheries Branch, Ottawa, 39, 1907. — J. Woloszyńska, Plankton jezior i stawow kujawskich. Rocznik towarzystwa przyjaciół naukowych. Posen, Vol. 38, 1912; Das Phytoplankton einiger javanischer Seen etc. Bull. de l'Acad. des Sci. de Cracovie. Cl. d. sc. math. u. nat., sér. B, 1912; Polnische Süßwasser-Peridineen. Ebendort, 1916; Neue Peridineen-Arten, nebst Bemerkungen über den Bau der Hülle bei Gymno- und Glenodinium. Ebendort, 1917; Die Algen der Tatrascen und -Tümpel. I. Ebendort, 1919; Javanische Süßwasserperidineen. Acta Soc. Botan. Poloniae, Vol. I, Nr. 4, 1923; Über die s. g. »Schleimfäden« bei Gymnodinium fuscum. Ebendort, Vol. II, Nr. 3, 1924 (polnisch); Beiträge zur Kenntnis der Süßwasser-Dinoflagellaten Polens. Ebendort, Vol. III, Nr. 1, 1925 (polnisch). — A. Wulff, Über das Kleinplankton der Barentssee. Wiss. Meeresunters. Kiel, N. F., Bd. 13, Abt. Helgoland, Heft 1, 1916. — O. Zacharias, Fortsetzung der Beobachtungen üb. d. Periodizität d. Planktonorganismen. Forschungsberichte d. Biol. Station Plön, 3, 1895; Quantitative Unters. üb. d. Limnoplankton. Ebendort, 4, 1896; Das Heleoplankton. Zool. Anz., 21, 24—32, 1898; Über einige interessante Funde im Plankton sächsischer Fischteiche. Biol. Centralbl., 18, 1898; Unters. üb. d. Plankton d. Teichgewässer. Forschungsber. d. Biol. Stat. Plön, 6, 1898; Über Pseudopodienbildung bei einem Dinoflagellaten. Biol. Centralbl., 19, 1899; Zwei neue Dinoflagellaten des Süßwassers. Zool. Anz., Bd. 24, 1901; Drei neue Panzerflagellaten des Süßwassers. Forschungsber. d. Biol. Stat. Plön, 10, 1903; Zur Kenntnis der nied. Flora u. Fauna holst. Moorsümpfe. Ebendort, 10, 1903; Beobachtungen üb. d. Leuchtvermögen v. Ceratium tripos. Ebendort, 12, 1905; Über Periodizität, Variation u. Verbreitung versch. Planktonwesen in südl. Meeren. Arch. Hydrob., 1, 1906. — E. Zedlerbauer, Geschlechtliche u. ungeschl. Fortpflanzung von Ceratium hirundinella. Ber. Deutsch.-Bot. Ges., 22, 1904. — F. Schokke, Die Tierwelt der Hochtgebirgsseen. Schr. Naturf. Ges. Danzig, 37, 1900. — W. Zykoff, Die Protozoa des Potamoplanktons der Wolga bei Saratow. Zool. Anz., 25, 1902.

**Merkmale.** Die Peridineen (Dinoflagellaten) sind einzellige Organismen, deren Größe etwa zwischen  $8\ \mu$  und  $1500\ \mu$  schwankt; sie sind äußerlich fast stets kenntlich durch die Anwesenheit von zwei ungleichartigen Geißeln, die charakteristisch in zwei Furchen liegen: die Quergeißel ist bandförmig und wellig gebogen, sie befindet sich in der um den etwa kugligen bis langgestreckten Zellkörper verlaufenden Querrinne, die Längsgeißel dagegen, fadenförmig und gewöhnlich longitudinal gerade gestreckt nach hinten liegend, entspringt in der ventral befindlichen Längsrinne, über welche sie meistens wie eine Art Steuerruder nach hinten hinausragt. Mit Hilfe der beiden Geißeln bewegen sich die Organismen um ihre Längsachse und gleichzeitig in Schraubenlinien vorwärts. Geißeln und Furchen fehlen nur den algenähnlichen Vertretern der Peridineen, sowie gewissen Stadien von Lebenszyklen, z. B. der parasitischen Formen; diese sind dementsprechend auch nicht fähig, sich aktiv in Bewegung zu erhalten.

**Vegetationsorgane.** Zellbekleidung. Der Teil der Dinoflagellatenzelle, welcher das Plasma vom umgebenden Medium abgrenzt, ist als Bekleidung (Amphiesma) bezeichnet worden. Man kann prinzipiell zwei Arten der Bekleidung unterscheiden: Periplast (noch zum lebenden Plasma gehörig) und Hülle (Esthema). Bei den niedersten »nackten« Formen ist häufig ein Periplast kaum nachzuweisen; doch gibt es (marine) Formen, bei denen der Periplast als dicke und grob gestreifte Pellicula ausgebildet ist, die hier aber nicht (wie Schütt in Erwägung zieht) als Hülle bezeichnet werden soll. Hüllen können sehr zart- bis derbhäutig sein oder als Panzer auftreten; sie haben Zellulosecharakter und unter ihnen scheint ein Periplast noch stets nachweisbar. Bei näherer Untersuchung ist wahrscheinlich geworden, daß die meist sehr zarten Hüllen der Süßwasser-Gymnodinien stets durch kleine gleichartige Polygone (Sechsecke) gefeldert sind (siehe Fig. 1). Die derbhäutigen Hüllen der Glenodinien dagegen sind durch größere ungleichartige Polygone gefeldert (siehe Fig. 70); die Polygonfelder entsprechen den Tafeln (Platten) der starken Peridineenpanzer. Für marine Formen ist Ähnliches bisher bis auf einen Fall (*Gl. foliaceum*) nicht nachgewiesen. Die Anordnung der Felder und Platten ist systematisch (bis zu den kleinsten Einheiten) in erster Linie verwertet worden. Wir wissen jedoch, daß, abgesehen von den Gymnodinien, nur die Hüllen der *Peridinales* in Felder oder Platten abgeteilt sind, daher sind diese nur hier systematisch wichtig. Die Panzer der *Kolkwitziales* bestehen aus einem

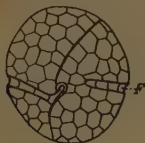


Fig. 1. Hülle von *Gymnodinium neglectum* (Schill.)  
Lindem. (syn.: *Glenodinium neglectum* Schill.).  
F Querfurche. (Nach Lindemann.)



Fig. 2. Querfurchenpanzer (»Gürtelring«) isoliert,  
von *Peridinium divergens* Ehrbg.  
(Nach Schütt.)

Stück. Die *Thecatales* besitzen eine aus zwei Stücken bestehende Schale, diese beiden Stücke sind ebenfalls nicht getäfelt. Eine besondere Ausbildungsweise zeigen die Panzer der *Dinophysiales*. Wir unterscheiden drei Körperzonen: die Epivalva, die Querfurche (»Gürtel«) und die Hypovalva; alle drei Zonen bestehen aus linker und rechter Hälfte. Dementsprechend zerfallen die Panzer in sechs (je drei linke und je drei rechte) Stücke. Diese einzelnen Stücke sind nicht getäfelt.

**Orientierung.** Die Längsfurche liegt stets auf der ventralen Seite der Dinoflagellatenzelle. Wendet man bei der Betrachtung derselben die Ausdrücke »rechts« und »links« an, so ist die Zelle immer so aufgestellt zu denken, daß der Beschauer auf die dorsale Seite sieht, während der apikale Pol oben und der antapikale Pol unten liegt. Die Verbindungslinie des apikalen Pols (Apex) und des antapikalen Pols (Antapex) ist als Längsachse (»Gürtelachse«, »Zentralachse«) der Zelle anzusehen; jeder Schnitt parallel zur Längsachse möge als Längsschnitt bezeichnet werden, trifft er die Achse, so ist er ein Radialschnitt. Zwei Radialschnitte sind besonders wichtig: der eine — Sagittalschnitt — geht dorsiventral und trifft die Längsfurche (»Schloß«), er teilt somit die Zelle in eine linke und eine rechte Hälfte, der andere diesen rechtwinklig schneidende — Transversalschnitt — geht von links nach rechts und teilt die Zelle in eine ventrale und eine dorsale Hälfte. Jeder Schnitt senkrecht zur Längsachse sei ein Querschnitt: der morphologisch mittlere Querschnitt geht durch die Querfurche (»Gürtel«, siehe auch Fig. 2), welche die Zelle in einen oberen (vorderen) Abschnitt (»Epivalva« oder »Epitheca<sup>1)</sup>«) und einen unteren (hinteren) (»Hypovalva« oder »Hypotheca«) teilt. Wenn die Querfurche nach vorne oder hinten verschoben ist, so sind diese Abschnitte naturgemäß ungleich groß.

Eine sichere Orientierung der *Prorocentraceae* ist bisher nicht geglückt. Schütt legte die Nahtebene horizontal, so daß die Geißeln — wie bei den typischen Dinoflagellaten — ventral inseriert erscheinen, die beiden Schalen entsprechen dann der Epivalva und

<sup>1)</sup> Bei gepanzerten Formen; s. a. Fußnote auf S. 16.

Hypovalva. Bütschli faßte die Nahtebene als Sagittalebene auf und legte die Geißeln nach oben, so daß eine Ähnlichkeit mit den *Dinophysiales* entsteht. Letztere sind seitlich abgeplattet und es kann eine rechte und eine linke Hälfte unterschieden werden, zumal auch der Panzer sich leicht in diese Hälften zerlegen läßt (s. a. S. 13 und 32).

Gestalt der Zellen. Die Grundform des Peridineentypus kann als kugelig bis eiförmig gelten. Wir treffen eine derartige Form wohl am häufigsten an; eine dorsi-ventrale Abplattung ist meistens vorhanden. Bedeutungsvoll ist auch die Lage der Querfurche: dieselbe ist (annähernd) kreisförmig bis sehr stark spiralig mit mehreren Umgängen um die Zelle, sie kann auch stark ans vordere oder hintere Ende verschoben sein. Nebenbei sei bemerkt, daß im speziellen Teile (nach K o f o i d) bei Formen mit sehr stark spiraliger Querfurche (*Cochlodinium*) von einer Torsion der ganzen Zelle die Rede ist, eine Auffassung, die durch eine (selten auftretende) gleichzeitige Drehung der Längsfurche außerordentlich gestützt wird. Die Zellgestalt wird ferner abgeändert durch Abplattungen (die Längsachse ist verkürzt z. B. bei *Ptychodiscus*, die Sagittalachse verschwindet beispielsweise fast beim blattähnlichen *Glenodinium foliaceum*, die Transversalachse ist klein z. B. bei der Gattung *Dinophysis*), durch Körperanhänge (z. B. Hörner, die zuweilen zu langen röhrenartigen Gebilden werden (*Ceratium*, *Triposolenia*) oder Tentakel, wie bei *Erythroopsis cornuta*), sowie besonders durch Stacheln, Leisten, Kämme, Schirme usw., die sämtlich als Panzerbildungen anzusehen sind. Letztere erreichen den höchsten Grad der Vollendung in der Familie der *Dinophysiaceae*, deren Vertreter z. T. zu den schönsten Kunstformen der Natur gehören. Die Grundform der Peridineenzelle erscheint, abgesehen von gänzlich umgebildeten Arten, am meisten abgeändert in den stabartigen, oft sehr langen Zellen der Gattung *Amphisolenia*, die sogar verzweigt sein können.

Relativ groß ist die Variationsfähigkeit der Peridineenzelle innerhalb ein und derselben Art. Doch tritt dieselbe für unser Auge besonders bei solchen Formen in die Erscheinung, welche durch die Entwicklung langer Körperfortsätze ausgezeichnet sind. Hier ist in erster Linie *Ceratium* zu nennen («Süßwassertypen» usw. s. u. «*Ceratium*»); es sei gesagt, daß man heute prinzipiell zwei Variationsarten bei dieser Form unterscheidet: den bekannten Gestaltsvariationen, wie sie überall gefunden werden, stellt K o f o i d («Mutations in *Ceratium*», Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. Vol. LII. Nr. 13, 1909.) «Mutationen» gegenüber. Weitere Untersuchungen hierüber, besonders eine Klärung der Frage, ob Geschlechtlichkeit hierbei im Spiele ist, bleiben abzuwarten. Ein Saisondimorphismus ist für Süßwasserformen bisher nicht bestätigt worden (Schröder fand z. B. die Mehrzahl der Süßwassertypen von *Ceratium* in einem See nebeneinander!). Wenig beachtet ist bisher bei abgerundeten Formen (ohne lange Hörner) ein geringeres Variieren innerhalb einer Art (L i n d e m a n n, «Variationsformen der Gruppe b», Arch. f. Protistenkde. Bd. 39, Heft 3, 1918, Seite 211), welches bei marinen Formen im allgemeinen stärker in die Erscheinung tritt, als bei Süßwasserformen.

Bau der Hüllen. Unter Hüllen verstehen wir hier die häutigen oder panzerartigen Ausscheidungsprodukte der Zellen, die deren Oberfläche bedecken; dementsprechend sind die Bildungen des Periplasten selber oder gar Gallerthöfe keine Hüllen im speziellen Sinne (s. a. «Zellbekleidung»). Sehr einheitlich erscheint das chemische Verhalten der Hüllen. Sie bestehen aus einer in Kupferoxydammoniak nicht löslichen Zellulosemodifikation<sup>1)</sup>, die, auf dem Deckglas gegläht, ohne Zurücklassung eines Kiesel skeletts verbrennt. In schwächeren Mineralsäuren oder Kalilauge lösen sie sich nicht, wohl zerfallen aber die gefalteten Panzer nach Anwendung von warmer Kalilauge in ihre einzelnen Stücke, was auf Lösung einer Kittsubstanz zwischen den letzteren zurückzuführen ist. Die Zellulosereaktion tritt ein nach Anwendung von Chlorzinkjod oder Jod und Schwefelsäure, soll aber zuzeiten unterbleiben (Ceratien). Nach M a n g i n (siehe hier über Fixierung und Doppelfärbungen) sind außer Zellulose noch Kallose und Pektine vorhanden. Angaben über Doppelbrechung der Hüllen im polarisierten Lichte finden sich bei S c h ü t t (Die Peridineen der Plankton-Expedition).

Die feineren Strukturverhältnisse der panzerartigen Hüllen (ausgenommen die Panzer der *Kolkwitziales*; K o f o i d und Michener machen nur für *Berghiella*

<sup>1)</sup> Ausnahmen sollen bestehen.

einige Angaben) sind von verschiedenen Autoren recht eingehend studiert worden. Einer zarten Grundlamelle werden Verdickungsschichten zentrifugal angelagert<sup>1)</sup>, das Wachstum kann entweder gleichmäßig über die ganze Membran erfolgen oder an bestimmten Stellen besonders lokalisiert sein, so daß Stacheln, Leisten, Kämme usw. entstehen. Bereits die Grundlamelle, ein feines strukturloses Häutchen, zeigt häufig kleine Poren, die später von Bestand bleiben und für die Schütt annimmt, daß sie während des ganzen Zellebens wirkliche Löcher, d. h. totale Durchbrechungen der Panzermembran darstellen. Von solchen Poren sind die Poroiden zu unterscheiden, die nur als unverdickte Stellen der Grundlamelle anzusehen, mithin den Tüpfeln der Pflanzenzellen ähnlich sind. Poren erscheinen bei durchfallendem Lichte dunkel, Poroiden hell. Bei den meisten Dinoflagellatenpanzern ist die ganze Oberfläche mit relativ zarten Leisten besetzt, die zwar frei endigen können (*Peridinium Volzi* forma *maeandricum* [Lauterborn] Lindem.), meistens aber zu einem Netzwerk zusammenschließen. Hierdurch entstehen die Areolen, die als unverdickte Stellen der Panzermembran nur durch die auf der letzteren befindlichen Leisten erzeugt werden. Das Areolennetzwerk wird gewöhnlich als »Areolierung« bezeichnet. Lindemann hat gezeigt, daß gleiche Arten mit frei endigenden Leisten oder mit Areolierung auftreten, ja, daß sogar Epi- und Hypovalva derselben Form je Leisten und Areolen tragen können. Leisten und Areolen dürfen also in der Regel nicht als Artmerkmal benutzt werden, wie es häufig geschehen ist. Ist die Areolierung nur schwach ausgebildet, so spricht man wohl von einer »Retikulierung«. Als Papillen bezeichnen wir kleine stachelartige Gebilde, die sich seltener auf glatten Panzeroberflächen finden. Andere Oberflächenstrukturen werden als punktiert, geperlt, gestrichelt, gerippt usw. gekennzeichnet. Bei marinen Formen bemerkt man meistens im Zentrum der Areolen porenähnliche Gebilde (»Nadelstichporus«), doch können Poren oder Poroiden überall auftreten. Die Kreuzungspunkte der Areolierungsleisten sind oft mit kleinen Stacheln versehen. Von allen diesen relativ zarten Gebilden müssen wir die groben Stachel, Leisten, Kämme, Flügel, Schirme usw. unterscheiden; ihre Zahl ist sehr groß, sie erreichen ihre höchste Ausbildung und Formenmannigfaltigkeit bei den marinen Dinoflagellaten. Stachel sind auffällig, wenn sie nahe beim antapikalen Pol auftreten (*Gonyaulax*); es gibt aber auch gewaltige stachelartige Bildungen, die eine Zentralachse besitzen (*Ceratocorys*, *Acanthodinium*). Leistenbildungen sind mannigfaltiger Art. Überall treten Randleisten der Querrfurche auf, die zuweilen zu breiten Kragen oder hohen Trichtern (*Ornithocercus*, *Histioneis*) werden, dann pflegen sie einen Hohlraum zur Aufnahme der Phaeosomen zu umschließen. Kleinere Leisten, besonders an den Plattengrenzen oder am Rande der Längsfurche werden als Kämme bezeichnet (Süßwasserformen), sind sie breiter, auch wohl als Flügel. Solche Flügel können ihrerseits wieder durch Stachel gestützt sein, die zuweilen noch über die Flügel hinausragen. Die ausgedehntesten Flügelbildungen finden sich bei den Gattungen *Ornithocercus* und *Histioneis*, wo sie, wie erwähnt, fall-schirmartig die Querrfurche umsäumen, ferner in erster Linie sagittal angeordnet sind. Die breiten Schirmflächen werden hier von bisweilen sehr groben Verstärkungsrippen durchzogen, die häufig auch netzartig zusammenschließen. In einzelnen Fällen erreichen solche Flächen mehrfache Körperlänge und sind zu bizarren Formen gefaltet, wie z. B. bei *Histioneis josephinae* Kofoid.

Es erhebt sich die Frage: Wie ist es möglich, daß so auffallende Gebilde aus dem Panzer »hervorwachsen«? Ihr Werden ist unbedingt an die Tätigkeit des Plasmas gebunden und es erscheint nicht möglich, daß dieses vom Panzer vollkommen abgeschlossen wird. Schütt sucht daher die Existenz eines extramembranösen Plasmas (Außenplasmas) zu erweisen, welches durch die Poren mit dem Innenplasma in Verbindung steht. Dieses extramembranöse Plasma wird wahrscheinlich als dünnes Plasmahäutchen bei der Pustelbildung sichtbar. Es ermöglicht überhaupt erst ein zentrifugales Dickenwachstum der Membran. Daß es auch beim Stoffaustausch der Zelle mit dem umgebenden Medium eine hervorragende Rolle spielen wird, leuchtet ein.

<sup>1)</sup> Dies war die Schütt'sche Auffassung; neuerdings vertrat Mangin die Ansicht, daß die äußere, dicke Zellulosehülle von einer dünnen Lamelle unbekannter Substanz unterlagert wird, während Kofoid meint, daß die dicke Zellulosehülle noch von einer kutikularen Schicht überzogen ist. Ferner ist zu erwähnen, daß Mangin zwar ein zentrifugales Dickenwachstum des Panzers nicht bezweifelt, aber der Ansicht ist, daß auch von innen heraus ein Wachstum stattfinden könne.

Die Gestalt der Peridineenzelle hat in der Hülle eine feste Prägung erfahren. Daher ist hier wie dort die Orientierung dieselbe. Wir unterscheiden eine Querfurche (»Gürtel- oder Querfurchenpanzer«) (siehe Fig. 2), einen vorderen (oberen) Teil, die Epivalva (Epitheka<sup>1)</sup>) und einen hinteren (unteren) Teil, die Hypovalva (Hypotheca). Der Querfurchenpanzer fehlt den *Adiniferae* (bei der Familie der *Podolampaceae* ist er zweifelhaft), sonst ist er stets vorhanden. Eine Querfurche heißt links windend (links hinabsteigend oder links drehend), wenn das linke Ende dieser Furche (ventral) dem Vorderende am nächsten liegt; entsprechendes gilt für rechtswindende Formen. Bei den *Peridinales* sind auch Längsfurchentafeln (der Name »Schloßtafeln« dürfte veraltet sein) beschrieben. Die Epivalva kann sphärisch gerundet sein, oder sie ist mit einer Spitze ohne Öffnung versehen (»Pseudoapex«) oder es befindet sich am vorderen Pole eine charakteristische Öffnung, der Apex, der manchmal als Anheftungsorgan eine Rolle spielt und bei marinen Formen durch ein besonderes Apexfältchen verschlossen sein kann. In der Längsfurche befindet sich die Geißelspalte („Nabel“), eine Öffnung für den Durchtritt der Geißeln (besondere Ausbildung bei *Cenchridium*, wo die Geißelspalte eine nach innen vorspringende Röhre darstellt; hier, sowie bei *Exuviaella* und *Prorocentrum* am Ende der Zelle gelegen). Von besonderer Bedeutung für die Systematik sind die Platten (Tafeln) und häutigen Hüllfelder der *Peridinales* geworden (auch *Gymnodinium*-Hüllen sind in dieser Richtung verwertet). Platten und Hüllfelder können zunächst für jede Art als konstant gelten; sie sind durch Interkalarstreifen getrennt, die bei häutigen Hüllen schmal und strukturlos scheinen, bei Panzern dagegen während des Zellebens eine außerordentliche Verbreiterung erfahren können und einen komplizierten Falzapparat darstellen, der, unter Zuhilfenahme von Kittsubstanz, die Platten zusammenhält. Leider ist eine einheitliche Nomenklatur der Platten (und Felder) noch immer nicht erreicht worden, vermutlich, weil zwei verschiedene Bauprinzipien vorliegen, ein dorsiventrales (z. B. an *Peridinium* studiert) und ein radiäres. Allgemein haben sich folgende Bezeichnungen eingebürgert: die an den Endpolen der Zellen liegenden Platten werden vorne als apikale (ap) (engl.: apicals) und hinten als antapikale (at) (antapicals) angesehen, denen die die Querfurche begrenzenden Plattenreihen als praeaequatoriale (pr) (precingulars<sup>1</sup>), zur Epivalva gehörig) und postaequatoriale (pst) (postcingulars, zur Hypovalva) gegenüberstehen. Dazu kommen »accessorische« Platten. Wenn es nötig wird, Plattenreihen (wie z. B. die Praaequatorialplatten) einzeln zu zählen, so fängt man stets in der ventralen Mittellinie an und geht von links nach rechts herum (Lindemann zählte bisher umgekehrt, siehe Arch. f. Naturgesch. Abt. A. Heft 8, 1918). Dies gilt stets, wie bemerkt, bei dorsaler Ansicht; sämtliche Epivalva-Figuren z. B. bei Barrows sind also dorsal zu betrachten!

Wir berücksichtigen hier nur die beiden wichtigsten Nomenklaturen. Die mehr dorsiventral orientierte Nomenklatur ist in neuerer Zeit von Woloszyńska und Lindemann im Anschluß an ältere Beobachter angewandt worden (siehe Fig. 3 A, B). Ventral entlang der Mitte der Epivalva liegt die »Rautenplatte« (r); accessorische Platten werden auf der Epivalva nicht angenommen, als Apikalplatten (ap) gelten alle Platten, die nicht Rautenplatte (r) sind und nicht an die Querfurche grenzen (pr). Wir unterscheiden drei Reihen von Apikalplatten, ventrale (vap), mittlere (map) und dorsale (dap) (auch seitliche können ausnahmsweise als »sap« angegeben werden). Aus Fig. 3 A ist ersichtlich, daß »lvap« bedeutet »linke ventrale Apikalplatte« u. s. f. Auf der Hypovalva (siehe Fig. 3 B) ist es nur nötig, die Postaequatorialplatten (pst) und die Antapikalplatten (at) zu unterscheiden; hierzu kommen selten accessorische Platten (z. B. bei *Gonyaulax*). Diese Nomenklatur sieht von der Bezeichnung der Furchenplatten ab, weil sie meist schwer zu erkennen sind und es nicht tunlich erschien, sie zur Charakterisierung der Arten heranzuziehen. Wir finden diese Nomenklatur in erster Linie bei Süßwasserformen angewandt; es entstehen Plattenformeln, wie z. B. für Fig. 3 A, B: Epivalva  $7pr + 1r + 2vap + 3map + 2dap$ , Hypovalva  $5pst + 2at$ .

Die ausschließlich radiär orientierte Nomenklatur wird von Kofoid vertreten; sie

<sup>1)</sup> Mit Jörgensen ist Verf. der Ansicht, daß die Kofoidsche Bezeichnung »Theca« statt »Valva« keinen Fortschritt bedeutet, denn sie erweckt den Anschein übereinandergreifender Schalen (Bacillariaceen). Gleichermassen ist der Ausdruck »aequatorial« besser nicht durch »cingular« zu ersetzen.

sucht alle Platten im Sinne von Kugelzonen (kreisförmigen Reihen) zu ordnen, dabei wird jede Platte gleich in oben angegebener Weise gezählt (siehe Fig. 4 A, B). Zunächst wird hierdurch die »Rautenplatte« ihres besonderen Charakters beraubt, sie ist eine gewöhnliche Apikalplatte. Sodann gelten als Apikalplatten nur die Platten, welche den apikalen Pol berühren (Fig. 4 A; 1' bis 4' sind die apicals), während die übrigen (dorsalen) »Apikalplatten« als vordere accessorische Platten (1a bis 3a sind die anterior accessories) bezeichnet werden und eine eingeschobene unvollständige Zone zwischen den Apikalplatten und den Praaequatorialplatten (precingulars) darstellen. Als dritte Zone der Epivalva folgen die Praaequatorialplatten (1'' bis 7'' sind die precingulars). Auf der Hypovalva (siehe Fig. 4 B) unterscheiden wir ebenso die Postaequatorialplatten (1''' bis 5''' sind die postcingulars) und die Antapikalplatten (1''' bis 2''' sind die antapicals), zu denen noch hintere accessorische Platten (posterior intercalaries; werden mit 1p bis Xp bezeichnet und fehlen in unserer Figur) dazukommen. Diese Nomenklatur ist in erster Linie bei

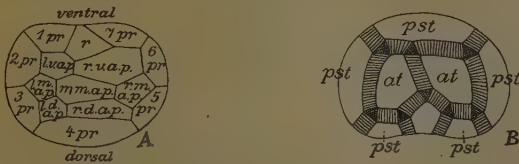


Fig. 3. Plattenbezeichnungen der Epivalvatäfelung (A) und der Hypovalvatäfelung (B) von *Peridinium rhomanum* Lindem. (Die Epivalvatäfelung ist so abgebildet, daß auch in der Figur die rechten Platten rechts und die linken links liegen.) (Nach Lindemann.)

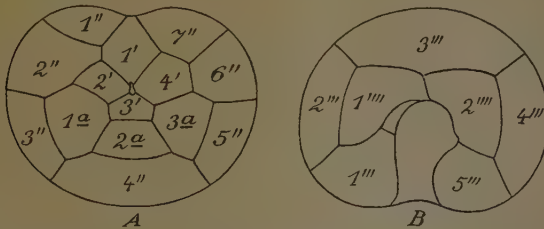


Fig. 4. Plattenbezeichnungen der Epivalvatäfelung (A) und der Hypovalvatäfelung (B) von *Peridinium divergens* Ehrbg. (Nach Barrows.) Nomenklatur von Kofoid.

Meeresformen angewandt worden; sie pflegt in ihren Formeln auch die Querfurchenplatten anzugeben und wählt dazu nur Zahlen ohne weitere Kennzeichnung. Für Fig. 4 A, B wäre also die entsprechende Formel: 4', 3a, 7'', 2, 5''', 0p, 2'''.

Es soll gleich bemerkt werden, daß in vorstehender Peridineenbearbeitung im Prinzip das Kofoid'sche System angenommen worden ist, weil es sich meist um marine Formen handelt, die in der bestehenden Literatur entsprechend charakterisiert sind. Doch sind die Kofoid'schen Formeln unübersichtlich (Kommazeichen!) und gelegentlich bereits von anderen Autoren etwas verändert worden (Barrows setzt Minuszeichen zwischen die Plattenreihen, was zu Verwechslungen mit — gleich »bis« bei unsicherer Plattenzahl Veranlassung geben könnte). Deshalb sind hier die nach Kofoid angegebenen Plattenreihen durch + verbunden und — bezeichnet nur unsichere Plattenzahl (z. B. 3—6 ap heißt 3 bis 6 Apikalia). Querfurchenplatten sind durch eine Klammer herausgehoben und mit g bezeichnet, das übrige dürfte verständlich sein. Die bei der Erklärung des Kofoid'schen Bezeichnungssystems angeführte Formel würde also hier geschrieben sein: 4 ap + 3 a + 7 pr + (g) + 5 pst + 0 p + 2 at.

Es ist gesagt worden, daß zunächst die Zahl und Anordnung der Platten und Hüllfelder für jede Art als konstant angesehen werden kann. Bei eingehenderer Untersuchung von Populationen, die sicher eine Art umfassen, zeigt sich aber, daß die Variationsfähigkeit besonders der Epivalvafeldung oder -täfelung außerordentlich groß

ist (Lindemann, »Variationsformen der Gruppe a«, s.o.). Zunächst steht man einem Formengewirre gegenüber, in das aber bis heute für die Süßwasserformen eine übersichtliche Ordnung gekommen ist. Eine besondere Rolle spielen hier die *collineatum*- und *travectum*-Formen (scheinbar neue Täfelungstypen), sowie auch die *contactum*-Formen (Mittelformen zwischen zwei gut ausgeprägten Extremen): für alle diese Dinge muß hier auf die im Druck befindliche Bearbeitung der Süßwasserformen von Lindemann hingewiesen werden. Bei den marinen Formen stehen solche Untersuchungen noch in den Anfängen, ähnliche Verhältnisse herrschen aber auch hier. Es sei verwiesen auf die Arbeiten von Jörgensen (Bericht üb. d. v. d. schwed. Hydr.-Biol. Komm. i. d. schwed. Gewässern i. d. Jahren 1909—1910 einges. Planktonproben. Göteborg, 1918, Seite 5) und Barrows (Skeletal Variations i. th. G. Peridinium, Berkeley, 1918<sup>1)</sup>).

Übrigens scheint, wie an den Süßwasserformen erkannt wurde, die Regel zu bestehen: je dünner die Hüllen, desto größer die Variationsfähigkeit ihrer polygonalen Abschnitte, allerdings tritt diese Fähigkeit durchaus nicht immer in die Erscheinung (siehe Lindemann, Arch. f. Hydrob., Bd. XVI, 1926). Bei Panzern treffen wir auch häufig Mißbildungen an.

**Intracelluläres Skelett.** Bei wenigen marinen Formen ist ein intracelluläres Skelett beobachtet worden (*Amphilothes*). Genaueres findet sich hierüber im speziellen Teile; die neue systematische Anordnung ist hier in dem Sinne getroffen worden, daß den Formen mit einem mehr oberflächlichen Skelett, welches in Essigsäure (oder doch in Verbindung mit Chlorzinkjod) löslich ist (also sicher nicht aus Kieselsäure besteht), die Formen gegenübergestellt werden, deren Skelett mehr innen liegt und für das ein Bestehen aus Kieselsäure wahrscheinlich ist.

Eine Verlagerung von Skelettelementen ins Innere der Zellen erscheint nicht auffallend, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß der Peridineenpanzer (auch ein »Skelett«) nach früheren Ausführungen wahrscheinlich bereits vom extramembranösen Plasma überzogen ist, also schon im Innern der Zelle liegt. Dagegen dürfte das Auftreten von Kieselsäure bei Peridineen in Hinsicht zu ihren Beziehungen zu den Radiolarien interessant sein, um so mehr, als nach Zimmermann *Gymnaster* als typische Peridinee eine Zentralkapsel besitzen soll.

**Cytoplasma.** Allgemein läßt sich über das Zellplasma der Peridineen wenig aussagen. Bei niederen Vertretern erscheint dasselbe homogen; nur Einschlusskörper oder Produkte des Stoffwechsels sind nachweisbar. Aber auch bei den meisten der vielleicht am höchsten spezialisierten, panzerlosen marinen Formen ist von einem Hüllplasma (Schütt) nichts Überzeugendes zu bemerken. Es gibt aber Formen, bei denen ein solches vom Füllplasma deutlich unterschieden ist, wie z. B. bei *Gymnodinium pachydermatum* Kof. et Sw. (siehe Fig. 24). Kofoid spricht hier von Ecto- und Endoplasma: beide zeigen weitere Differenzierungen. Manche Meeres-*Gymnodiniaceae* besitzen in der peripheren Zellregion eine »Randstäbchenzone« und Schütt hat vermutet, daß die »Randstäbchen« als Rhabdosomen zu deuten seien. Kofoid hat aber gezeigt, daß die »Stäbchen« (»rodlets«) (siehe Fig. 35) bei der Cytolyse gleich den mit Flüssigkeit erfüllten Vakuolen »wegschmelzen«, er will daher diese »rodlets« von den eigentlichen Rhabdosomen, wie sie sich bei *Torodinium* finden, unterschieden wissen. Auffallend ist die prächtige Färbung der meisten panzerlosen marinen Formen (bei den *Gymnodiniaceae* finden sich fast alle Farben des Spektrums!), die von einer Färbung des Cytoplasmas selbst herrühren kann, oft aber von den Chromatophoren oder von Pigmentgranula hervorgerufen wird. Große Gruppen der höher spezialisierten *Gymnodinales* (z. B. *Warnowia*, *Erythropsis*) entbehren der Chromatophoren und ernähren sich holozoisch, haben daher eine weitgehende Fähigkeit zu amöboider Veränderung der Körpergestalt, ohne in einen eigentlichen Amöbenzustand überzugehen. Einige *Gymnodiniaceae* können aber scheinbar zu wirklichen Amöben werden (*Gyrodinium vorticellae* und *hyalinum*). Bei anderen Formen (*Gymnodinium »Zachariasii«* Lemm.; *Ceratium hirundinella*? [nach Krause, Intern. Revue, Bd. III]) sind Pseudopodien und Fadengebilde beschrieben worden; erstere treten bei *Podolampas* als Absterbeerscheinungen auf (Schütt). Eine Reihe pathologischer Erscheinungen sind ferner leicht zu beobachten. Schütt gibt die große Schwellbarkeit nackter, aber auch beschalter Formen bei Einwirkung gewisser äußerer

<sup>1)</sup> S. a. Mangin, C. R. Ac. Sc. Paris, 153, 27, 1911.

Faktoren (z. B. chemischer Reagentien) oder beim Absterben an, die sich sogar in einer »Explosion« (*Torodinium* = »*Gymnodinium teredo*«) äußern kann. Dem steht eine Kontraktion des Plasmas (»Plasmolyse« Schütt) gegenüber, wie sie normal häufig bei Einleitung der Cystenbildung aufzutreten pflegt. »Schwellblasen« (Schütt) sind auch bei Dinoflagellaten des Süßwassers als pathologische Gebilde überall zu beobachten. Schon wenn man eine Zelle unter dem Deckglase zerdrückt, so pflegt das hervorquellende Plasma häufig große Blasen zu bilden, kranke Geißeln werden unter stetiger Vergrößerung des kugeligen »Endtropfens« eingeschmolzen und die »Pusteln« (Schütt) sind vermutlich nichts weiter als blasiges extramembranöses Plasma, welches sich kugelig über die Zelloberfläche erhebt. Alle diese Gebilde sind von den echten Vakuolen zu unterscheiden. Es gibt zwei Arten solcher Vakuolen: gewöhnliche Safräume (ohne nachweisbar differenzierte Wandung), wie sie vielleicht als gleichwertig mit den Vakuolen der höheren Pflanzenzellen angesehen werden können und die Pusulen, in der Regel hochentwickelte Organsysteme, die auch im Leben deutlich sichtbare Tonoplasten besitzen und von Schütt ohne direkte Beobachtung von plötzlichen Kontraktionen mit den kontraktile Vakuolen der Ciliaten und Rhizopoden homologisiert wurden, eine Auffassung, der Kofoid in längeren Ausführungen entgegentritt. (Siehe unten.) Solche Pusulen sind bei Süßwasserformen bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

**Pusulen.** Ein gut entwickelter Pusulenapparat ist bei marinen Dinoflagellaten (auch bei den meisten *Gymnodinales*) die Regel (siehe Fig. 5). Im einfachsten Falle haben wir eine sackförmige Pusule vor uns, die durch einen dünnen Kanal in der Form einer Geißelpore (an der Geißelspalte) nach außen mündet. Beziehungen der Kanalwandung zu den Geißeln und ihren Blepharoplasten waren bisher nicht nachzuweisen. Sehr häufig findet man zwei (bisweilen durch einen dünnen Kanal verbundene) Pusulen, deren eine (»Sackpusule«) in die vordere, die andere (»Sammelpusule«) in die hintere Geißelpore mündet. Bei den gepanzerten Formen pflegen die Pusulen relativ groß zu sein; es können auch weitere pusulenähnliche Räume hinzukommen (»Tochterpusulen« [sie umgeben die Sammelpusulen und münden in diese] und »Nebenspusulen«), doch sind dies nach Kofoid hinfällige Gebilde, die mit den echten Pusulen nicht zu vergleichen sind.

Solche Pusulen vermögen zwar ihre Größe zu verändern, dürfen aber nicht mit den kontraktile Vakuolen verglichen werden. Kofoid hat nämlich gezeigt, daß sie nicht Flüssigkeit abgeben, sondern daß solche von außen in sie hineinströmt (Beobachtungsdauer nahezu fünf Stunden an *Peridinium Steini*, Kofoid, 1909); bei *Gymnodinium* geschah dies unter schnellem Großwerden der Pusule plötzlicher. Vermutlich spielt die Bewegung der Quergeißel hierbei eine Rolle, indem sie das äußere Wasser die Querrinne entlang an die Geißelporen strömen läßt. Rhythmische Kontraktionen der Pusulen wurden bisher nicht gesehen. Kofoid glaubt nun, daß die Pusulen der Ernährung dienen, wenn auch in ihnen niemals Nahrungspartikel gefunden sind, denn sie erreichen ihre höchste Entwicklung bei den gepanzerten Formen, bei solchen Vertretern, die keine Chromatophoren besitzen und deren Panzer es nicht gestattet, daß sie, wie die meisten nackten Formen, in amöboider Weise feste Nahrung zu sich nehmen. Kofoid hält es nicht für ausgeschlossen, daß doch auch feste Nahrung durch Pusulen aufgenommen wird; jedenfalls müssen wir eine saprophytische Lebensweise für solche chromatophorenlösen Formen annehmen.

**Stoffproduktions- und Stoffumsetzungsorgane.** Die Gestalt und auch die Farbe der Chromatophoren ist sehr wechselnd. Sie treten als dünne, runde, stabähnliche oder unregelmäßig gelappte Plättchen auf, sind sehr empfindlich (ändern bei den geringsten schädlichen Einflüssen ihre Form) und liegen meistens unter der Oberfläche, zuweilen aber auch im Innern der Zellen. In einzelnen Fällen zeigen sie eine charakteristische Gruppenbildung (siehe das Nähere in Schütt's »Peridineen

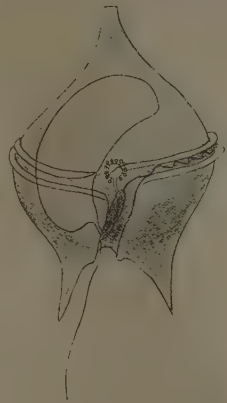


Fig. 5. Pusulen bei *Peridinium* sp. in Ventralansicht. (Nach Schütt.)

der Plankton-Expedition«); vor allem ist hier das eigenartige Zellanhängsel bei *Blepharocysta splendor maris* mit den »Chromatosphaeren« zu erwähnen, dessen wahre Natur, ebenso wie die Natur der »Phaeosomen« bei *Ornithocercus*, *Histioneis* und *Citharistes* nicht bekannt ist. Die typische Farbe der Chromatophoren ist gelbbraun, indessen finden wir hellgelbe bis dunkelbraune, ja, sogar grüne oder blaue. Indessen darf ausschließlich diese Farbe nicht etwa zur Abgrenzung von Arten verwendet werden, da sie individuell wechselt. *Gymnodinium aeruginosum* Stein zeigt stets blau-(span-)grüne Färbung. Es ist das Verdienst Schütt's, den prinzipiellen Unterschied zwischen dem Diatomin und dem Pyrrophyll (dem Farbstoff der lebenden Dinoflagellatenchromatophoren) nachgewiesen zu haben. Aus dem letzteren lassen sich durch Extrahieren drei verschiedene Farbstoffe gewinnen: Phycopyrrin (in Wasser braunrot, in Alkohol gelb), Peridinin (in Wasser unlöslich, in Alkohol portweinrot) und Peridineen-Chlorophyllin (in Alkohol gelbgrün). Über die betr. Absorptionsspektren siehe ebenfalls Schütt (1890)<sup>1)</sup>. Letzterer spricht ferner im Gegensatz zu den Chromatophoren als Stärkebildnern von Lipoplasten als Fettbildnern. Man findet nämlich in den Peridineenzellen häufig Einschlußkörper in Gestalt von Klumpen, Platten, Trauben, Maulbeeren usw., die Schütt der Gruppe der fettartigen Substanzen einreihet. Fett — neben der Stärke der wichtigste Reservestoff der Pflanzen — ist bei den Peridineen überall nachweisbar, sehr häufig tritt er als »rotes Öl« auf (Süßwasserformen). Schütt hat nun gesehen, daß die erwähnten geformten Fettgebilde in der lebenden Zelle von einer feinen Plasmamembran eingeschlossen sind, und er sucht zu erweisen, daß diese Membran als »Plastidenschlauch« anzusehen ist, indem sie, vielleicht unter Beihilfe der umgebenden Plasmateile, Fett produziert. Schütt nennt diesen »Plastidenschlauch« daher Fettbildner oder Lipoplast und sieht ihn als den Stärkebildnern (Chromatophoren) homolog an. Bezüglich seiner weiteren Ausführungen, insbesondere über die Beziehungen der Lipoplasten zu den Leucoplasten, sei auf seine »Peridineen der Plankton-Expedition« verwiesen.

Auf das Vorkommen von Pyrenoiden scheint bisher wenig geachtet worden zu sein, doch sind solche häufig (Schütt fand bei *Heterocapsa* ein Pyrenoid mit Amylumherd; siehe auch Geitler, Arch. f. Protistenkde, Bd. 53, Heft 2, 1926).

Weitere Zelleinschlüsse. Wie berichtet, zeigen die fettartigen Körper in den Zellen sehr verschiedenartige Gestalt; es gibt Fettplatten (rundlich oder gelappt), Klumpen, Kugeln, Stäbe, Prismen, Sori, Trauben usw. Dabei ist zu erwähnen, daß es schwierig ist, in jedem einzelnen Falle die chemische Beschaffenheit dieser Körper genau festzustellen. Es ist möglich, daß auch verwandte Stoffe als Fettstoffe angesehen worden sind; hierhin gehören vielleicht die verschiedenen Öle, durch Osmiumsäure nicht schwärzbare farbige »Klumpen«, die Mikrosomen und Körner, welche letztere allerdings teilweise als doppelbrechend befunden wurden. Dagegen müssen wir die Melanosomen wohl den Pigmenten zurechnen. Weitere Einschlußkörper sind die Platsysomen (chromatophoren-ähnlich, meist unter der Oberfläche), die Pachysomen (dickere Körper verschiedener Gestalt), Stäbchen, Nadeln und Fadenbündel. Von besonderem Interesse sind die Rhabdosomen und Nematocysten. Die Angaben über erstere scheinen revisionsbedürftig (s. a. o.), dagegen sind die Nematocysten wohlerkennbare Zellbestandteile der Gattungen *Polykrikos* und *Nematodinium* (Bütschli nannte sie »Nesselkapseln«; siehe über Bau und Entwicklung: Kofoid und Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata, Berkeley, 1921). Letztere sind zu unterscheiden von den trichocystenähnlichen Gebilden, wie sie bei *Gymnodinium*, *Gyrodinium* und *Polykrikos* vorkommen (sie gleichen nicht den

<sup>1)</sup> Verf. glaubt, hier die Auffassung von Czapek (Fischer-Jena, 1922) nicht übergehen zu dürfen. Dieser sagt: »Nach Schütt soll in den Peridineen ein besonderer wasserlöslicher Farbstoff, das braune Phycopyrrin, vorkommen. Es ist jedoch noch unbewiesen, daß dieses Pigment wirklich den Chromatophoren angehört; das Schicksal des früher bei den Phaeophyceen angegebenen wasserlöslichen Phycophaeins, das als postmortal entstehendes Oxydationsprodukt aromatischer Zellbestandteile erkannt worden ist, legt die Möglichkeit nahe, daß es mit dem Phycopyrrin eine ähnliche Bewandnis haben könne. An Alkohol geben Peridineen nach Schütt einen portweinroten Farbstoff ab, der als Peridinin benannt wurde. Die nähere Untersuchung dieses möglicherweise dem Phycoxanthin vergleichbaren Farbstoffes steht gleichfalls noch aus. Endlich wurde von Schütt ein Peridineenchlorophyll im Alkoholauszuge nachgewiesen, von dem ein Vergleich mit dem Phanerogamenchlorophyll zeigen muß, ob die beiden Komponenten hier ebenfalls vertreten sind oder nicht.«

Trichocysten der Ciliaten). Ob die »Schleimfäden« bei *Gymnodinium fuscum* u. a. hierher gehören, soll dahingestellt bleiben. Endlich sind hier die gewöhnlich stark gefärbten Pigmente zu erwähnen, wie sie sich besonders bei unbeschalteten Formen in großer Zahl finden.

**Biologie.** Ernährung. Aus dem Gesagten geht bereits hervor, daß wir die verschiedensten Ernährungsweisen bei den Peridineen antreffen. Holophytischen Formen stehen holozoische mit amöboider Beweglichkeit gegenüber, in deren Zellinnern man zahlreiche Nahrungspartikel zu finden pflegt (nackte Formen). Daß auch beschaltete Vertreter wahrscheinlich mit Hilfe der Pusulen Nahrung aufnehmen, ist bereits erwähnt worden. Saprophytische Ernährung wird oft angegeben; wahrscheinlich kommen auch mehrere Ernährungsweisen gleichzeitig vor (chromatophorenarme Zellen). Der Parasitismus der parasitischen Peridineen vermag beinahe jede Form anzunehmen. *Glenodinium dinobryonis* (Wolosz.) Lindem. ist ein Epibiont; es ernährt sich vermutlich vorwiegend holophytisch. Endlich muß für die *Phytodiniæ* vorausgesetzt werden, daß sie sich wie Algen (also holophytisch) ernähren.

**Sinnesorgane.** Dem Plasma kommen sicher besondere Sinnesfunktionen zu. Herdman (1913) konnte für zwei Arten von *Amphidinium* Jahre hindurch rhythmisches Auftreten von Flecken beobachten und ferner ein vom Licht und von den Gezeiten abhängiges periodisches Erscheinen und Verschwinden dieser Organismen. Auch stigmienlose Formen zeigen Heliotropismus; das Licht scheint ein wesentlicher Faktor bei der Verteilung unserer Organismen im Wasser zu sein<sup>1)</sup>.

Stigmen (»Augenflecke«) sind bisher nur für Süßwasserformen sichergestellt, bei marinen Vertretern fehlen sie (einzelne Angaben sind unsicher). Schütt's Hinweis, daß Stigmen oft mit gleichrotgefärbten Ölflecken verwechselt werden, ist sicherlich berechtigt, trotzdem muß seinen Zweifeln an der Existenz von Stigmen bei *Peridinium* und *Ceratium* entgegengetreten werden. Lindemann konnte sich davon überzeugen, daß nicht nur unbeschaltete, sondern auch beschaltete Süßwasserformen (wenn auch letztere sehr selten) unzweifelhaft Stigmen besitzen können. So fand er im kleinen Ukleisee bei Plön eine Population von *Peridinium Willei* mit einem blassen, in einem anderen Falle<sup>2)</sup> eine solche von *Ceratium hirundinella* mit einem ganz deutlichen Stigma. Die Pigmentmasse der Stigmen ist oft sehr blaß, manchmal löst sie sich teilweise oder ganz in kleine rote Flecken auf. Es ist wahrscheinlich, daß sie, wie bei anderen Organismen, als Lichtabsorptionsorgan (Lichtschirm) wirkt; vielleicht ist es bei den Peridineen die darunter liegende, besonders spezialisierte Plasmapartie, die photosensitive Eigenschaften besitzt. Jedenfalls dürfte Schütt's Meinung, daß die Stigmen wesensgleich sind mit den hochentwickelten, bei den Protozoen einzig dastehenden Ocelli, wie sie nur in der Familie der *Warnowiaceæ* gefunden werden, kaum zutreffen. Diese Ocelli bestehen aus einer hyalinen, lichtbrechenden Linse und einem sie umgebenden Pigmentkörper (Melanosom); erstere kann aus lose gruppierten Einzelteilen bestehen oder einheitlich kugelig sein, der Pigmentkörper ist entweder ein loses Aggregat von schwarzen Pigmentgranula oder an der Basis der Linse angehäuft und mit ihr verwachsen. Im letzteren Falle zeigt er amöboide Beweglichkeit, bei einzelnen Arten so stark, daß lange Pseudopodien an die Linse und in das umgebende Protoplasma ausgesandt werden; im Zentrum des Pigmentkörpers befindet sich eine meist rötliche, heller gefärbte Zone, die augenscheinlich nicht amöboid ist. Man kann annehmen, daß diese Zone besondere sensitive Eigenschaften besitzt.

**Lichtproduktion.** Unter den Peridineen befindet sich die Form, welche von jeher als der Organismus par excellence galt, welcher das Meeresleuchten hervorbringt: *Noctiluca*. Wir wissen heute, daß auch eine Reihe anderer Peridineen zur Lichtproduktion befähigt sind. So vermögen nach Experimenten, welche in der Biologischen Station zu La Jolla (Kalifornien) angestellt sind, fast alle Arten von *Peridinium*, *Ceratium* und *Gonyaulax* aufzuleuchten, wenn sie mit geeigneten Stimuli behandelt werden. Auch die Dämmerung übt »stimulierende« Wirkungen aus: bei der Morgendämmerung hörte das Leuchten auf und bei der Abenddämmerung begann es wieder (bei Verdunkelung des

<sup>1)</sup> Betr. »Neuromotor-System« siehe z. B. Hall (Univ. of Calif. Publ. in Zool., Vol. 28, 1925).

<sup>2)</sup> Probe durch Herrn Bennin-Landsberg a. W. freundlichst übersandt. Ähnliche Angaben i. d. Lit. häufig.

Zimmers geschah ein Entsprechendes). Während des Tages war auch mit Stimuli kein Leuchten hervorzubringen. Bei der Anwendung von Stimuli dauert das Leuchten nur eine Sekunde, während Dahlgren ein Leuchten während mehrerer Sekunden bis Minuten sah, wenn er die Dinoflagellaten auf reines Papier legte (»Todesleuchten«). Ähnliche Erscheinungen mögen das Leuchten der Netzfänge hervorbringen. Jedenfalls ist das Leuchten nicht nur auf beschaltete Formen beschränkt. Kofoid beobachtete anlässlich eines Ausbruches von »gelbem Wasser« (*Gymnodinium flavum*) ein intensives Aufleuchten der Wellen. Zu erwähnen ist noch, daß auch durch mechanische Ursachen (Stoß usw.) bei vielen Formen ein kurzes Aufleuchten sichtbar wird. Der Sitz der Leuchtkraft ist im allgemeinen nicht sicher, wenn auch gewöhnlich ein Öl (bei *Noctiluca* leuchten Flecken des Zellplasmas), wie es im Innern der Dinoflagellatenzelle meist gefunden wird, als vermutliche Leuchtquelle angegeben wird.

**Bewegungsorganisation.** Abgesehen von einzelnen Ausnahmen, sind die Peridineen freischwimmend; als Organellen der Bewegung sind, wie eingangs erwähnt, die beiden Geißeln ausgebildet. Peridineen sind also »Schwärmer«, sie vermehren sich im allgemeinen, wie die verwandten Organismen, durch Teilung; dies sei hier ausdrücklich festgestellt, weil in der Literatur in verschiedenem Sinne von »Sporen« die Rede ist. So bezeichnet Schütt gewisse bewegungslose Stadien während der Fortpflanzung als »Sporen«, ein Verfahren, welches nicht nachgeahmt werden sollte, denn diese »Sporen« sind nichts anderes, als vorübergehend bewegungslos gewordene Teilungsprodukte. Nach Chatton sind dagegen aktiv bewegliche Peridineen selbst die »Dinosporen« parasitischer Vertreter unserer Gruppe; es bleibt abzuwarten, ob sich der Name Dinosporen, d. s. also Schwärmsporen, für diese Formen einbürgern wird, was im Hinblick auf die neue Auffassung der bei Radiolarien »parasitischen« Peridineen als Fortpflanzungskörper der ersteren (Hartmann) nicht unmöglich ist. Jedenfalls unterscheiden sich solche »Sporen« nicht wesentlich von typischen freischwimmenden Peridineen.

Die beiden Geißeln der Peridineen sind bereits als Bewegungsorganellen kurz charakterisiert, sie sind ungleich, sowohl in Lage und Gestalt, wie auch in der Wirkungsweise. Auch z. B. bei den *Prorocentraceae* wirken die gemeinsam an einem Ende der Zellen entspringenden Geißeln ganz verschieden, eine derselben geht hier bei der Bewegung voran, die andere schwingt um die Basis der ersteren. Die Geißeln der typischen Peridineen finden in den Furchen, in denen sie liegen, einen Schutz, nur das Ende der Längsgeißel schwingt frei. Diese Längsgeißel ist fadenförmig, die Quergeißel oft, wahrscheinlich immer, bandförmig. Ventral in der Nähe des Ortes, wo sich die beiden Furchen treffen, haben wir in der Regel die Ursprungsstellen der beiden Geißeln zu suchen; diese Ursprungsstellen können jedoch weit auseinanderrücken (niedere Formen). Bei beschalteten Vertretern finden wir meist nahe dem soeben erwähnten Treffpunkte der beiden Furchen eine spaltenartige Durchbrechung der Panzermembran, die Geißelspalte, aus der dann beide Geißeln zugleich entspringen. Daß in diese Geißelspalte auch die Pusulen münden (Geißelporen), ist bereits erwähnt worden. An den Ursprungsstellen der Geißeln bemerken wir meist deutliche Blepharoplasten, die bei niederen Formen etwas unter der Zelloberfläche gelegen sind; hinsichtlich ihrer cytologischen Bedeutung sei auf die Spezialliteratur verwiesen. Über die Bewegungsweise der Geißeln ist im allgemeinen zu sagen, daß die Quergeißel in der Querfurche kurze Wellen zeigt (rückläufige Bewegung ist gelegentlich angegeben), während die Längsgeißel gewöhnlich einen Kegelmantel beschreibt. Viel findet man in der bestehenden Literatur über weitere gelegentliche Bewegungsweisen der Geißeln verzeichnet, auch ist über die Wirkungsweise der (normalen) Geißelbewegung manches angegeben, doch sind über diese Fragen weitere Untersuchungen abzuwarten. Zu erwähnen ist noch, daß bei Süßwasserformen häufig eine Verdoppelung der Längsgeißel auftritt, so daß also Individuen mit drei Geißeln beobachtet werden; ob diese Erscheinung eine pathologische ist, bleibt dahingestellt, doch macht sie nicht den Eindruck (Folger, Ohno, Lindemann). Bei Tentakel tragenden Formen (*Pronoctiluca*, *Pavillardia*, *Erythropsis*) ist meist die Längsgeißel reduziert. Auf die veränderten Verhältnisse bei *Noctiluca* ist bei der ausführlichen Beschreibung dieser Gattung hingewiesen.

Das Resultat der Geißeltätigkeit ist die typische Peridineenbewegung: die Zellen drehen sich beim Schwimmen um ihre Längsachse, gleichzeitig ist ihre Schwimmbahn eine Schraubenlinie. Letztere ist bei kugeligen oder schlanken Formen mehr ausgeprägt,

als bei schwerfälligen, platten (z. B. *Gymnodinium leopoliense*, *Ceratium*, *Triposolenia*). Die Drehung kann rechts oder links herum erfolgen. Zahlreiche abweichende Bewegungen sind möglich: kurze rückläufige Bahnen (mit dem hinteren Ende voran), Wendungen (die zu Bahnen in Kreisbogenform führen können), ruckweise »hüpfende« oder »taumelnde« Bewegungen usw. Hindernisse werden nicht bemerkt: die schwimmenden Zellen rennen dagegen an, um sich dann nach einer anderen Richtung zu wenden.

In letzter Zeit ist die Aufmerksamkeit erneut auf die Asymmetrie der Peridineenzelle gelenkt worden. In der Tat gibt es kaum ein Individuum, welches nicht mit einer asymmetrischen, an die Schwimmbewegung angepaßten Körperform ausgestattet wäre. Bei kugeligen oder sehr kleinen Formen ist dies meist schwer feststellbar, dagegen bei größeren, besonders den marinen Formen, springt es in die Augen. Man betrachte die Figuren von *P. marinum* (bei Lindemann, Bot. Arch., IX, 1—3, Seite 98/99, Fig. 7—12),



Fig. 6. Schwebbeeinrichtungen: A Kette von *Ceratium*; B Trichter der Querfurchenrandleisten (fallschirmartig) bei *Ornithocercus*. (Nach Schütt.)

bei denen aufs strengste darauf geachtet wurde, daß keine schiefe Lage des Objektes das Bild verzerre. Die Form ist derart asymmetrisch, daß man glauben möchte, sie sei nicht genau wiedergegeben: die Querfurchenebene ist geneigt, die Hinterhörner schräg gestellt und beide nach verschiedenen Richtungen zeigend, selbst die Täfelung der Epivalva ist vollkommen schief. Kofoid betont die Asymmetrie anderer Formen z. B. *Triposolenia* (Univ. of Calif. Publ. Zool. Vol. 3. Nr. 8. 1906.).

Es gibt nun Peridineenformen, bei denen der Bewegungsapparat vollständig verloren wurde. Dies sind nicht einmal immer streng geschiedene Arten oder gesonderte Stadien eines Lebenszyklus, sogar bei gewissen Fortpflanzungsweisen (s. d.) finden wir, wie bereits bemerkt, vorübergehende geißellose Zustände. Vor allem ist hier auf Formen wie das kugelige Stadium von *Gymnodinium lunula* (siehe Fig. 25) oder die parasitischen Stadien der *Blastodiniaceae* hinzuweisen. Die *Phytodiniaceae* sind ebenfalls, wenigstens in ihren bisher bekannten Lebensstadien, geißellos.

**Schwebefähigkeit.** Viele Peridineen sind auch durch besondere Schwebeeinrichtungen an das Leben im Wasser angepaßt (siehe Fig. 6). Diese beruhen zumeist auf dem Prinzip der Oberflächenvergrößerung, die erreicht wird einerseits durch die Zellgestalt selber (Abplattung der Zelle bis zur Blattform, Streckung zur Stabform, lange Hörner), andererseits durch die Ausbildung besonderer Schwebeargane, wie z. B. die

breiten »Kragen« und »Trichter«, sowie die bizarren »Schirme« und »Flügel« der *Dinophysiaceae* oder die langen Fortsätze bei *Acanthodinium* u. a. m. (siehe auch unter »Gestalt der Zellen« und »Bau der Hüllen«). Durch die Oberflächenvergrößerung wird der Formwiderstand im Wasser erhöht und dadurch das Schweben erleichtert. In diesem Sinne wirkt auch die Kettenbildung z. B. bei *Ceratium*. Wahrscheinlich wird die Schwebefähigkeit auch durch das Auftreten spezifisch leichter, chemischer Stoffwechselprodukte geregelt, doch ist hierüber wenig bekannt.

**Cytologie.** Die Ruhekerne der Peridineen fallen in der Regel durch ihre relative Größe, sowie durch die unten erwähnten »perlartigen« Chromatinfäden auf. Nach Schütt sind viele doppelbrechend im polarisierten Lichte. Ihre Gestalt ist meistens sphärisch bis elliptisch, die Lage in der lebenden Zelle wechselnd und für viele Arten nicht so charakteristisch, wie häufig angenommen wird. Bei *Torodinium* ist der Kern lang und stabförmig gestaltet, die spiralg gedrehten Chromatinfäden sind nicht sehr deutlich sichtbar. Hin und wieder kommen »wurstförmige« Kerne vor, solche sind abgebildet von *Cochlodinium convolutum* Kof. et Sw. und *Peridinium sdivergens* (nach Schütt, 1895, Taf. 13. Fig. 43, 18); für manche Arten scheint dieser Kerntypus charakteristisch zu sein, wie z. B. für die Süßwasserformen *Gymnodinium neglectum* und *Glenodinium cinctum*. Eine Kernmembran (oft doppelt konturiert) ist wohl stets vorhanden, oft ist sie schwer nachweisbar; in diesen Fällen hat man geglaubt, daß sie fehle.

Im speziellen Teile vorliegender Bearbeitung ist in Anlehnung an Kofoid von »perlartigen« oder »perlschnurartigen Chromatinlinien« oder »-fäden« gesprochen, die den ganzen Kern in verschiedenster Weise durchsetzen; die »Fäden« sind parallel, unregelmäßig oder geknäuel angeordnet. Sie entstehen durch die linienhafte Anordnung kleiner chromatischer Kügelchen, die dem ganzen Kern gewöhnlich ein »geperltes« Aussehen geben. Für *Dinophysis* werden übrigens stäbchenförmige Chromatinelemente angegeben. Bei manchen Kernen sieht man die besagten Strukturen während des Lebens wenig oder gar nicht, wie z. B. bei *Erythrospira*.

Durch die Arbeiten von Lauterborn, Jollos und Borgert sind Kerne bekannt geworden, die ganz von einem Netzwerk erfüllt waren; in den Knoten der Maschen dieses Netzwerkes lagen die Chromatinkügelchen. eine oder mehrere Nukleolen wurden gewöhnlich gefunden. Kofoid bemerkt nun, daß unter Hunderten von Individuen, die lebend beobachtet wurden, sich nicht ein einziges fand, dessen Kern mit einem solchen Netzwerk erfüllt gewesen wäre und vermutet demgemäß, daß dieses ein Kunstprodukt sei. In einzelnen Fällen ist bei marinen unbeschalteten Formen eine »Kernumhüllung« gesehen (z. B. bei *Gyrodinium corallinum* Kof. et Sw.), das ist eine breite Randzone von homogenem Aussehen, welche oft mit großen Alveolen erfüllt ist.

Erst bei wenigen Peridineen ist die Kernteilung eingehend untersucht. Angaben sind bei parasitischen Formen für *Syndinium* und *Blastodinium* gemacht<sup>1)</sup>, unter den übrigen ist die Teilung von *Noctiluca* und *Ceratium* am gründlichsten verfolgt, ferner sind *Oxyrrhis* und *Gyrodinium fucorum* untersucht worden. Die Kernteilung von *Gyrodinium fucorum* ist (wie früher die von *Oxyrrhis*) als Amitose beschrieben worden, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß eine weitere Analyse hier zu einer Änderung der Auffassung führt. Belar behandelt die *Syndinium*-Mitose, über die bisher wenig bekannt ist, zusammen mit den Gamogoniekerteilungen der Radiolarien, denen sie sich anzuschließen scheint. Chatton konnte bei *Syndinium* »die scheinbare Querteilung der Chromosomen auf eine verknappte Längsteilung« zurückführen (»Dinomitose«). Die übrigen Teilungsarten von Peridineen werden von Belar der Isosporengese mancher Radiolarien angegliedert, Paradigmata sind *Noctiluca* und *Ceratium*. Hierbei ist zu erwähnen, daß im speziellen Teile vorliegender Bearbeitung nichts über die bei Radiolarien angeblich parasitischen Peridineen (Chatton) berichtet wurde, weil es unentschieden ist, ob diese Formen wirklich als Parasiten aufzufassen sind, nicht vielmehr in den Entwicklungskreis der betreffenden Radiolarien selbst gehören. In diesem Zusammenhange ist interessant, daß an Isosporen von *Thalassicolla* (der herrschenden Anschauung nach sicher Abkömmlinge dieses Radiolars) die für die Peridineen so charakteristische Ringfurche mit darin schlagender Geißel beobachtet worden ist (Hartmann, Belar).

<sup>1)</sup> Weiteres bei der Besprechung der einzelnen Formen.

Gewisse Kernteilungsbilder von *Noctiluca* stimmen in wesentlichen Punkten mit solchen von *Blastodinium* überein, man kann diese beiden Organismen deshalb in Parallele stellen, wie auch in ähnlicher Weise *Ceratium* und *Oxyrrhis*. Von typischen Mitosen kann man selbstverständlich hier wie dort nicht sprechen.

Für *Noctiluca* ist eine persistierende Centrosphaere charakteristisch, die sich zuerst hantelförmig teilt, während sich der Kern in der Form eines C (unterbrochener Ring) um ihre Mitte herumlegt. Van Goor (1918) glaubt erwiesen zu haben, daß ein stark tingierbares kleines Körperchen im Kerne, welches schon von Calkins (1899) gesehen wurde, ein Centrosom darstellt. Calkins stellt denn auch in Pl. XLII, Fig. 32—39 zwei kleine Körner dar, welche aus dem Kern heraustreten und die Centren der Sphaeren bilden. Die Centrosomennatur dieser Körner scheint aber nicht sicher zu stehen. Eine typische Äquatorialplatte ist nicht vorhanden; die Chromosomen liegen auf der inneren Seite des Kernringes, ihr Verhalten, besonders ihre Teilung (Längsteilung ist beobachtet!) ist nicht ganz klar gestellt. Eine recht weitgehende Ähnlichkeit mit diesen Verhältnissen zeigen die Teilungsbilder, welche Chatton (1920, z. B. Pl. X, Fig. 114 und Pl. XI, Fig. 126) von Trophocyten der Gattung *Blastodinium* gibt. Auch hier finden wir an beiden Polen die Sphaeren, welche in ihrer Mitte ein Centrosom (nach Chatton) erkennen lassen, umgeben ist dieses vom Archoplasma. Die Zentralspindel liegt »zunächst ebenso extranukleär wie bei *Noctiluca*, löst sich aber offenbar in der Anaphase teilweise auf, so daß die Chromosomen in den Raum, den sie vorher eingenommen hat, zum Teil eindringen. Die Reste der Zentralspindel bilden unregelmäßige zwischen den Chromosomen verlaufende Faserzüge und -lamellen, die Chatton als Plasmodendriten bezeichnet.«

Eine Reihe von Arbeiten (Blanc [1885] Lauterborn [1895], Jollos [1910], Borgert [1910], Entz [1921], Schneider [1924] und Hall [1925]) beschäftigen sich mit der Mitose von *Ceratium*. Hier ist von einer Centrosphaere nichts zu bemerken (eine von Borgert beschriebene »schwer sichtbare« polare Plasmaansammlung »Polkegel« erinnert schwach an eine solche) und Körperchen, welche man als Centrosomen betrachten müßte, sind nicht vorhanden. Dies ist um so mehr festzustellen, als Jollos im Caryosom des Kernes von *Gyrodinium fucorum* ein »Centriol« beobachtete; dieses »Centriol« soll sich zuerst teilen, die beiden »Tochtercentriole« bleiben zunächst durch eine feine Centrodemesse verbunden. Die Kerne von marinen Ceratien, welche Jollos ebenfalls untersuchte, waren ohne Caryosom (ein möglicher Zusammenhang von Nukleolen mit einem echten Caryosom ist auf Grund der vermeintlichen Befunde damals ausgesprochen), dagegen wurden auch hier ein oder zwei »Centriole« nachgewiesen, welche, wie bei *Gyrodinium fucorum*, die Teilung einleiten sollten. Offenbar handelt es sich aber hier nicht um Centriole und auch das »extranuclear centrosome« Halls hat mit typischen Centrosomen nichts zu tun. Der Kern von *Ceratium* vergrößert sich etwas mit Beginn der Teilung und geht in das »Knäuelstadium« über, fädige Chromatinelemente liegen unregelmäßig durcheinander. Bald sieht man, wie solche Chromatinfäden, von einem Ende anfangend, allmählich längsgespalten werden (Borgert, Hall) und sich parallel zur »Äquatorialplatte« ordnen. Von einer Kernspindel ist nichts zu sehen. Nun werden die Chromosomen in der Mitte (quer zur Längenausdehnung) durchgeteilt und die beiden Kernhälften gehen auseinander<sup>1)</sup>. Hall sucht zu erweisen, daß die längsgespaltenen Chromosomen, welche noch an einem Ende zusammenhängen, sich vor der Bildung der Tochterkerne so auseinanderfalten, daß wirklich je ein »Tochterchromosom« von je einem Tochterkern aufgenommen wird, eine Annahme, die durchaus im Bereiche der Wahrscheinlichkeit liegt. Interessant erscheint nun die Kernteilung bei *Oxyrrhis* (Keysselsitz [1908], Senn [1911], Dunkerley [1921], Hall [1925]), weil sie Züge von derjenigen bei *Ceratium* wie von der bei *Gyrodinium fucorum* vereinigt; wir können wohl vermuten, daß die Kernstrukturen bei der letzten Form so hinfällig sind, daß sie möglicherweise der Beobachtung entgingen. Immerhin sehen wir auch bei *Oxyrrhis* das Caryosom, welches sich hier aber stets in der späten Anaphase zu teilen scheint. In der Anaphase und Telophase finden wir ferner »Polkegel«, in ihrer Struktur den von Borgert bei *Ceratium* gefundenen nicht unähnlich. Die Chromatinelemente entsprechen denen von *Ceratium*, sie scheinen auch hier längsgespalten zu werden und ordnen sich parallel zur längeren Achse des Kernes.

1) Über andere Auffassungen siehe Schneider und Hall.

**Entwicklung und Fortpflanzung.** Huber und Nipkow haben an Rohkulturen von *Ceratium hirundinella* gezeigt, wie es aus den Cysten hervorgeht (Zeitschrift f. Botanik, 1922 und Flora, N. F. Bd. 116, 1923). Bei 18° Celsius angesetzt, schlüpfen die Cysteninhalte nach etwa 40 bis 50 Stunden aus, niedrige Temperatur verlangsamt den Vorgang. An einer bestimmten Stelle durchbricht die Zelle in Zwerchsackform die Cystenwand und präsentiert sich als »avalvates« Stadium (n. Lindemann) d. h. panzerlos (Dauer dieses Stadiums etwa 2 Stunden). Hierauf wird die Zelle breiter und entwickelt allmählich eine dickere häutige Hülle, geht damit ins »praevalvate« Stadium über (Dauer etwa 6 Stunden). Endlich, nach etwa 50 bis 60 Stunden (vom Ansetzen an gerechnet) haben wir ein vollentwickeltes *Ceratium* vor uns. Folgener beobachtete Ähnliches an *Ceratium cornutum*. Hervorgehoben sei das allmähliche Dickerwerden der Hülle, bis ein Panzer fertig ausgebildet ist (»valvates« Stadium). Diese Erscheinung ist auch an anderen Dinoflagellaten oft beobachtet worden und wiederholt sich entsprechend bei gewissen Fortpflanzungserscheinungen.

Diese Fortpflanzungserscheinungen der Peridineen sind in ihrem äußeren Verlaufe bis jetzt recht unzureichend beschrieben. Man kann heute erst einmal drei getrennte Teilungsweisen unterscheiden, dazu kommen sicher noch weitere. Lindemann formulierte bereits (im Anschluß an die Worte von Schilling, der aber anders einteilte) wie folgt (Arch. f. Protistenk. Bd. 39. Heft 3. 1918. Seite 228 ff.):

1. Teilung der Zelle samt ihrer Hülle (Panzer) im beweglichen Zustande (Valvate, bei Glenodinien Praevalvate, bei Gymnodinien Gymnoide Teilung vorherrschend)<sup>1)</sup>.

Die ganze Zelle teilt sich (gewöhnlich schräg zur Längachse) und zwar einschließlich der Hülle, welche nicht zerreißt. (Diese Form der Teilung ist streng zu scheiden von anderen, bei denen ein Panzer zerreißt!). Es ist daher nötig, daß die Hülle jeder Tochterzelle bei der Teilung in der Teilungsebene mit wächst. Dies geschieht nicht nur bei häutigen Hüllen, sondern auch bei starken Panzern (siehe Fig. 7)! Es scheint, als ob dieser Teilungsmodus für Süßwasser-Gymno- und Glenodinien typisch ist. Bei gepanzerten Formen sieht man den Teilungsmodus seltener, daß er aber auftritt, ist während des Lebens sichergestellt (z. B. für *Peridinium Elpatiewskyi*, *P. Raciborskii* var. *palustre* und *Ceratium hirundinella*; siehe auch Schütt, 1895, Taf. I, Fig. 2, 11).

2. Teilung der Zelle unter Zweiteilung ihrer Hülle (und Regeneration der Panzerhälften) im beweglichen Zustande. (Hemivalvate Teilung.)

Dieser Teilungsmodus ist typisch für *Ceratium* und oft beschrieben. Der Panzer wird stets in der gleichen (aus den Spezialarbeiten bekannten) Linie durchgetrennt, jede Tochterzelle bekommt eine Panzerhälfte mit und regeneriert die fehlende (siehe Fig. 8 A, B). Über Kettenbildung<sup>2)</sup> siehe im speziellen Teile bei *Ceratium* (siehe a. Fig. 6 A und 8 C). Im Meere tritt dieser Teilungsmodus periodisch auf, während bestimmter Stunden des Nachts findet man die Teilungsstadien. Nach Kofoid findet sich dieser Teilungsmodus auch bei *Gonyaulax*.

Etwas abgeändert ist diese Teilungsart bei den *Dinophysiaceae* (siehe Fig. 8 D). Hier liegt die Teilungsebene sagittal und die Regenerierung der fehlenden Panzerhälften erfolgt allmählich, indem sich dieselben aus den übernommenen Panzerhälften nach außen herauschieben (siehe auch Fig. 60, rechts).

Unbehütete oder behütete Vorstadien (entsprechend den a- und praevalvaten Stadien bei aus Cysten hervorgegangenen Ceratien) sind bei diesen zwei ersten Teilungsmodi nicht zu erwarten.

3. Teilung der nackten Zelle unter Zerreißung und Abwerfung der Hülle (proveniente Teilung).

Dieser Teilungsmodus ist typisch für *Peridinium*. Normal z. B. in der Kultur erfolgt er so, daß die Teilungsprodukte nur ins Freie gelangen, wenn die Hülle irgendwie zerrissen und abgeworfen wird (»Ecdysis«). Dabei werden die Tochterzellen (stets?) in sehr zarte Gallerte eingebettet. Bei Formen mit häutigen Hüllen ist dieser Teilungs-

<sup>1)</sup> Vorstehende Darstellung der Peridineen-Fortpflanzung hat den Charakter einer »vorläufigen Mitteilung«.

<sup>2)</sup> Siehe auch Borgert: Arch. f. Prot. 20, 1910, S. 20 u. f.

modus seltener. Die Teilungsprodukte verlieren wahrscheinlich während der Teilung stets die Geißeln (»vorübergehender Ruhezustand« nach Schilling) und regenerieren sie wieder, wenn sie frei geworden sind. Bald stellen die Tochterzellen typische prävalvate Stadien dar, die erst allmählich wieder mit einem Panzer versehen werden.

Bei diesem Teilungsmodus ergeben sich oft besondere Abänderungen, die aber voraussichtlich alle als Verzögerung der Teilung unter ungünstigen Verhältnissen gedeutet werden können. Im ersten Falle unterbleibt vorläufig das Zerreißen der Hülle,

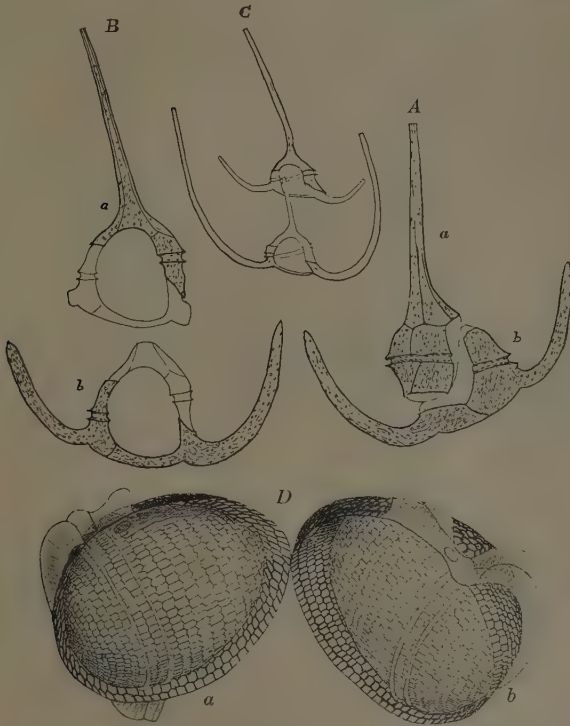


Fig. 8. A—C *Ceratium tripos* (O. F. M.) Nitzsch. A Dorsalansicht kurz nach Beginn der hemivalvaten Teilung. a Vordere, b hintere Tochterzelle. B Regenerierung der fehlenden Panzerplatten, ventral. C Zweigliedrige Kette. — D *Phalacroma* sp., nach Beginn der hemivalvaten Teilung. Die junge Panzerhälfte füllt die alte noch nicht aus. Zelle a hat die linke, b die rechte Hälfte des Mutterzellenpanzers erhalten. (C nach Bergh; A, B und D nach Schütt.)



Fig. 7. Teilung der Zelle samt ihrer Hülle in beweglichem Zustande (valvate Teilung) bei *Peridinium Elpatiewskyi* (Ostf. Lemm. (Nach Lindemann.)

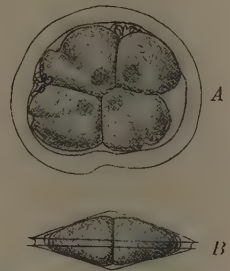


Fig. 9. *Pyrophacus horologium* Stein. Vier Tochterzellen innerhalb des Panzers. A von oben, B von der Seite. (Nach Schütt.)

dann liegen zwei oder mehr Tochterzellen völlig geteilt, aber gegenseitig abgeplattet in der Hülle, die sie fast ganz ausfüllen (s. Fig. 9). Im zweiten Falle wird bei der Teilung, die vermutlich verlangsamt ist, reichlich Gallerte ausgeschieden (nach Klebs »sprengte diese Gallerte den Panzer). Der dritte Fall, daß nämlich die ungeteilte Zelle den alten Panzer verläßt (siehe Fig. 10), führt uns nun zu weiteren Teilungserscheinungen.

Hier ist aus der Biologie der Peridineen einzuschalten, daß bei gepanzerten Formen der Protoplast auch im Freien unter ungünstigen Außenbedingungen die Hülle zu verlassen pflegt, wie es vielfach gesehen worden ist (z. B. unter dem Mikroskop, bei Hochproduktion [siehe Lindemann, Arch. f. Hydrob., Bd. XVI, Heft 3, 1926, Seite 443] usw.). Der Protoplast repräsentiert dann eine »nackte Form« (»nacktes Stadium«), welche als »Gymnodinium-Stadium« (avalvates, nicht praevalvates Stadium!) ange-

sehen worden ist und sich unter günstigen Verhältnissen erst allmählich wieder mit einem Panzer umgibt (siehe Fig. 10). Dieses Stadium kann aber auch (vermutlich unter ungünstigen Verhältnissen) reichlich Gallerte ausscheiden und man findet es so in unregelmäßiger Gallerte (kein Gallerthof!) gebettet, frei im Wasser flottieren, ohne daß es nun immer möglich ist, festzustellen, von welcher Dinoflagellatenform es hergekommen ist.

Solche »nackte Formen« können sich in ihrer Gallerte ebenfalls teilen; wenn wir nun gallertumhüllte Stadien allgemein als »Cysten« ansehen wollen, so kommen wir zu einem prinzipiell neuen Teilungsmodus, den wir vorläufig bezeichnen als

#### 4. Teilung der Zelle in »Cysten«.

Dabei ist zunächst zu bemerken, daß der Ausdruck »dauernder Ruhezustand« (Schilling) am besten hier zu vermeiden ist, denn in unseren »Cysten« befinden sich die Zellen durchaus nicht immer im Ruhezustand. Wir können nun zwei Arten von »Cysten« unterscheiden: »Gallertcysten« und solche mit fester Membran.

Verläßt also die ungeteilte Zelle den alten Panzer, so haben wir eine »nackte Form« (avalvates Stadium) vor uns. Ob diese sich auch, ohne die Geißeln abzuwerfen und unter Bewahrung der Furchen, teilen kann, ist unsicher. Sie vermag aber sicher, vermutlich unter ungünstigen Lebensbedingungen, ihre Geißeln abzuwerfen und sich, unter Verlust auch der Furchen, mit Gallerte zu umgeben, in welcher sie sich häufig teilt. Hierbei treten

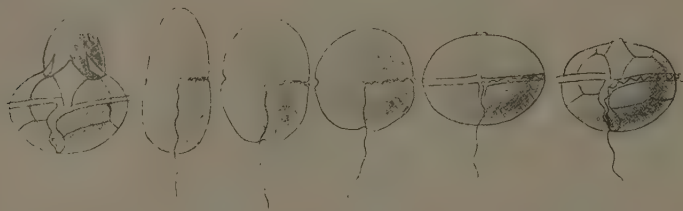


Fig. 10. *Peridinium ovatum* (Pouch.) Schütt. Das avalvate Stadium verläßt die Hülle und bildet eine neue. (Nach Schütt.)

niemals Gallerthöfe auf, die Gallerte ist unregelmäßig geformt. Die resultierenden Teilungsprodukte in Gallerte sind als »Gallertsporen« (besser »Gallertcysten«, »Cystes mouqueux« nach Virieux) bezeichnet worden; man findet sie mit zwei, seltener vier Tochterzellen im Süßwasser frei flottierend. Es ist anzunehmen, daß eine Reihe von einzelnen Funden aus dem Meere hierher gehört (Fig. 11), die erweisen würden, daß ein Zerfall einer Zelle unter diesen Verhältnissen in mehr als vier Teilungsprodukte möglich ist. Ob nun noch Reste der alten Hülle an der äußeren Gallerte hängen oder nicht, mag gleichgültig sein. Von *Gymno-* und *Glenodinium* sind wohl »Gallertcysten« dieser Art noch nicht gesehen.

Es gibt aber noch eine zweite Art von »Gallertcysten«, die dadurch entstehen, daß sich Formen mit Hülle ganz in Gallerte einschließen. Bei gepanzerten Vertretern ist hier nur ein seltsamer Fall zu erwähnen, der *Ceratium* betrifft (siehe Krause, Intern. Revue, Bd. III., wo von »*Ceratium*-Kolonien« gesprochen wird). Eigentliche Gallerthöfe sind hierbei nicht gesehen, solche gibt es natürlich auch nicht, wenn sich z. B. *Gymnodinium* in großer Zahl in Gallerte einschließen (»Schleimhüllen«), wie es *G. fuscum* häufig in Robkulturen tut. Schließlich kommen wir nun zu den eigentlichen »Gallerthöfen« (siehe Fig. 12); es wird schwer nachzuweisen sein, ob die Dinoflagellaten bei der Bildung derselben ihre Hüllen abwerfen oder nicht. Wahrscheinlich aber behalten sie diese Hüllen. Solche »Höfe« sind typisch für *Gymno-* und *Glenodinium*, sie bestehen aus festerer Gallerte, die eine bestimmte Form besitzt, die Gallerte braucht indessen nicht immer gerundet zu sein (siehe Lindemann, Arch. f. Hydrob. Bd. XVI, 1926, Fig. 23). Ein Spezialfall ist *Gloeodinium*, mit geschichteten Gallerthüllen; im Meere sehen wir zuweilen Ähnliches.

Wir kommen zu den eigentlichen Cysten mit fester Wandung. Huber und Nipkow konnten verschiedene *Ceratium*-Typen als Cysten unterscheiden, oft sind die Cysten verschiedener Arten aber gleichgestaltet. Bei niederen Formen nehmen die Cysten

sehr verschiedene Gestalt an (siehe Fig. 13 A und B). Die Regel ist, daß diese Cysten innerhalb der Hülle gebildet werden; sie stellen also eine neue Hülle dar, während die alte verloren geht. Im Meere sind Dauercysten selten, sie sind deshalb wahrscheinlich von den meisten marinen Formen nicht bekannt; daß sie auch hier gebildet werden, können wir aus Fig. 53 bei L i n d e m a n n, Botan. Archiv, V, 3—4, Seite 226 entnehmen. In solchen Cysten können nun Teilungen, auch unter Entwicklung von Gallerte, vor sich gehen (es ist hier an Teilungen g a n z e r Zellen gedacht!), vielmehr läßt sich heute wohl nicht sagen. Bei manchen Dinoflagellaten ist das »Dauercystenstadium« vorherrschend geworden (wahrscheinlich bei »*Cystodinium*« gerade nicht, denn man findet die Schwärmer [die leicht mit *Gymnodinium fuscum* verwechselt werden!] ebenso oft, wie die Cysten, nur, erstere encystieren sich sehr leicht) und es werden zuweilen in diesem Stadium sehr viele Schwärmer erzeugt. Kommen nun noch »nackte Formen« als dauernde Stadien hinzu, so sind alle Be-



Fig. 12. *Cochlodinium gemmatum* (Schütt.) Schütt. Zwei Zellen in dicker Gallertschicht. (Nach Schütt.)



Fig. 11. »Gallertcyste« aus dem Meere. Reste der Hülle an der Oberfläche haftend. (Nach Schütt.)



Fig. 13. Cysten von A *Glenodinium Lomnickii* (Wolosz.) Lindem., mit rotem Ölfleck (n) und B *Gymnodinium leopolitense* Wolosz., letztere in Bildung. (A Original; B nach Woloszyńska.)

dingungen für einen Zeugungskreis gegeben, wie wir ihn in der Tat bei *Gymnodinium lunula* vor uns sehen. Interessant ist in diesem Zusammenhange auch eine Teilung bei *Cochlodinium*, die Kofoid und Swezy abbilden (The free-living unarmored Dinoflagellata, Seite 72), doch scheint es zu früh, hierüber Vermutungen auszusprechen.

Die Fortpflanzungsverhältnisse der parasitischen Peridineen sind im speziellen Teile bei den einzelnen Vertretern gekennzeichnet. Daß noch andere als die hier geschilderten Fortpflanzungsarten bei den Dinoflagellaten vorkommen, ist nach unveröffentlichten Beobachtungen des Verf. sicher.

Noch ein Wort über die Cysten (mit fester Wandung) und die Frage der Sexualität bei den Peridineen. Nach Halls Angaben (1925, Seite 47) könnte man die Cysten einteilen in »Schutzcysten« (schützen gegen ungünstige äußere Verhältnisse), »Teilungscysten« (schützen die Zelle während gewisser Teilungen), »Nahrungscysten« (sorgen für Ruhe nach reichlicher Nahrungsaufnahme) und »Zygotencysten« (?) (entstehen nach Kopulation). Die letzte Art von Cysten würde uns also zu sexuellen Phaenomenen führen. Tatsächlich sind auch z. B. von Hall Cysten mit einem und mit zwei Kernen abgebildet worden, Entz spricht von »Kopulationsschläuchen«, fand auch wohl, wie Jollos bestätigt, Ceratien mit zwei und mit gar keinen Kernen. Aber auch Jollos konnte eine Sexualität vor der Hand nicht sicher stellen. Das ist alles. Gewiß können

Sexualakte bei Peridineen vermutet werden, aber — das ist immer wieder festzustellen — bis heute ist hierüber nichts Sicheres bekannt. Auch Paschers Angaben über *Gymnodinium Klebsi* (syn.: *Hypnodinium sphaericum* Klebs) gehen wohl über eine bloße Vermutung nicht hinaus. Die Kernteilungen, welche sich innerhalb der Cysten abspielen, brauchen ebenfalls auf eine Sexualität nicht hinzuweisen; doch wissen wir hierüber zu wenig, als daß ein abschließendes Urteil möglich wäre.

Neben der mitotischen Kernteilung ist aber bei *Ceratium tripos* (siehe auch Blanc, 1885) auch direkte Kernhalbierung (und zwar Quer- und Längshalbierung) gesehen worden (Apstein, Borgert; auch Dogiel [1906])<sup>1)</sup>. Nach Apstein führt diese zur Knospenbildung. »Das eine Teilstück tritt, von einer kleinen Menge Plasma umgeben, aus und liegt nun auf der Bauchseite in der Längsfurche des *Ceratium*. Allmählich sieht man einzelne feine Panzerstücke um den ausgetretenen Teil des *Ceratium* auftreten, bis schließlich ein ausgebildetes *Ceratium tripos* var. *lata* zu erkennen ist. Von 1000 Ceratien zeigten bis 40 einfache Kernteilung und bis 14 hatten die var. *lata* ± weit schon ausgebildet.« Vereinzelt fand Apstein später auch noch Exemplare von »*Ceratium tripos* var. *subsalsa* mit jungen *truncata* statt der *lata*«.

**Geschichte.** Bisher war *Ceratium hirundinella*, von O. F. Müller 1773 als »*Bursaria hirundinella*« beschrieben und später von Bergh in die 1793 gegründete Gattung »*Ceratium*« Schrank eingeordnet, die zuerst bekannte Peridinee; seitdem aber *Noctiluca* mit den Peridineen vereinigt worden ist, müssen wir diese als die erste überhaupt bekannte Peridinee betrachten, denn ihr Leuchten hat die Aufmerksamkeit der Menschen von jeher erregt, und sie selber war ebenfalls lange vor *Ceratium* bekannt. Es dauerte aber bis 1830, ehe die Gruppe der »*Peridinaeae*« (περί rund herum und δῶν Wirbel) von Ehrenberg (Abh. d. Berliner Akad. 1830, 1831) gegründet wurde; er rechnete hierzu »polygastrische Tiere ohne Darmkanal mit Panzer und einer Quersfurche, sowie mit einem Wimperkranz«. Sein großes Werk über »die Infusionstiere als vollkommene Organismen« (1838) kann als klassisch gelten, wenn es auch heute in einzelnen Teilen etwas merkwürdig anmutet. Dujardin und Perty sahen die Peridineen als »geißeltragende Infusorien« an. Auch Claparède und Lachmann glaubten an einen Wimperkranz in der Quersfurche und schufen aus diesem Grunde für die Peridineen die neue Klasse der »*Cilioflagellata*«. Leuckart (Arch. f. Naturgesch. 1861, 1872) betonte nach Allman zuerst ihre pflanzliche Natur. Das klassische Werk von Stein (Der Organismus der Infusionstiere, 1878—83) lieferte zum ersten Male eine genaue Beschreibung der Zellformen und ihrer Hüllen, stand aber auch auf dem Boden der tierischen Natur unserer Organismen (»Arthrodele Flagellaten«), verkannte daher die Entwicklungsgeschichte derselben. Warming (1875) sah sie als Algen an. Bergh (Der Organismus der Cilioflagellaten, Morphol. Jahrb. Bd. VII. 1882) hat das Verdienst, die erste Grundlage für unser heutiges System geschaffen zu haben (»*Adimidae*«, »*Diniferae*«), auch brachte er zahlreiche Beobachtungen über die äußere Körperform und die Beschaffenheit der Zellhaut. Erwähnenswert ist das Werk von Saville-Kent (1880—82). Die erste kritische Zusammenfassung im modernen Sinne lieferte Bütschli (»Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs«, 1883—87); er gab auch der Gruppe den Namen *Dinoflagellata*. Hierzu wurde er jedoch erst durch eine sehr bemerkenswerte Entdeckung von Klebs (Unters. a. d. Botan. Inst. zu Tübingen, Bd. I. 1883) veranlaßt, der nämlich nachwies, daß gar kein Wimperkranz in der Quersfurche der Peridineen vorhanden sei, sondern eine Quergeißel. Das Jahr 1890 brachte die Arbeit von Schütt über die »Peridineenfarbstoffe« (Ber. d. Deutsch.-Bot. Ges. Bd. VIII.), die einerseits zeigte, daß der Farbstoff der braunen Peridineen nicht, wie damals allgemein angenommen wurde, mit dem Diatomin identisch sei, andererseits die pflanzliche Natur dieser Organismen sicherstellte. Eine Dissertation von Schilling (1891) gab Wertvolles über die Fortpflanzung der Süßwasserformen. Es folgt die große Arbeit von Schütt über »Die Peridineen der Plankton-Expedition« vom Jahre 1895, welche sich ausführlich mit dem inneren Bau von marinen Formen beschäftigt. Eine systematische Übersicht von demselben Verfasser tritt uns in der ersten Auflage der »Pflanzenfamilien« (E. P. 1. Aufl. I. Teil. 1. Abt. b. 1896) entgegen. Im gleichen Jahre erschien eine ähnliche Übersicht von Delage und Hérouard (Traité de Zoologie concrète. I. Paris, Schle-

<sup>1)</sup> Siehe auch Borgert: Arch. f. Prot., 20, 1910, S. 21.

cher, 1896). Wertvolle Bestimmungswerke lieferten Paulsen (für marine Formen: »Peridinales« in »Nordisches Plankton«, 1908) und Lemmermann (für Süßwasserformen: »Kryptogamenflora der Mark Brandenburg«, Bd. 3., 1910). Eine erschöpfende Monographie der Ceratien bearbeitete Jørgensen (Suppl. d. Intern. Revue zu Bd. IV). Nun sind zwei Arbeiten zu nennen, welche den Peridineen neue Gruppen zuführten: »Über Flagellaten- und Algen-ähnliche Peridineen« von Klebs (Verh. d. Nat.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, Heft 4, 1912) und »Les Péridiniens Parasites« von Chatton (Arch. de Zool. exp. et gen. Bd. 59. 1920). Zahlreiche andere Arbeiten, die einerseits nur Formenlisten registrieren, andererseits den Körperbau oder die Biologie einzelner Peridineen behandeln, können nicht einzeln namhaft gemacht werden; die bemerkenswertesten unter ihnen sind wohl die Arbeiten von Kofoid, die auch eine Anzahl sehr interessanter neuer Gattungen bringen. Kofoid und Swezy bearbeiteten in einer großen Monographie (»The free-living unarmored Dinoflagellata«, Mem. of the University of California, Vol. 5. Berkeley, 1921) alle bis dahin bekannten unbeschalteten Süßwasser- und Meeresformen. Schließlich sind an cytologischen Publikationen vor allem solche über *Ceratium* (u. a. Lauterborn [1895], Borgert [1910] und Hall [1925]) zu erwähnen, denen sich andere anschließen, wie sie aus dem allgemeinen Teile vorliegender Peridineenbearbeitung (s. u. »Cytologie«) ersehen werden können. Die umfangreichen Arbeiten von Lohmann über die Verteilung der Organismen im Meere (vor allem auch Arch. f. Biontologie, Bd. IV, Heft 3, 1920) betreffen z. T. auch die Gruppe der Peridineen, dürfen also hier nicht vergessen werden.

**Vorkommen.** Bis vor etwa zwei Jahrzehnten kannte man nur, abgesehen von einigen geißellosen Stadien des *Gymnodinium lunula* Schütt, solche Peridineen, die, mit Geißeln versehen, ihr ganzes Leben hindurch im freien Wasser schwimmen. Wenig ist noch heute über das geographische Vorkommen solcher Formen bekannt. Unter den marinen Vertretern gibt es Arten, welche vorwiegend an den Küsten leben (z. B. *Heterocapsa* und *Glenodinium foliaceum* oft in enormen Mengen), andere dagegen nur in der Hochsee. An Brackwasser scheinen nur wenige Formen angepaßt. Da die Peridineen im allgemeinen als wärmeliebende Organismen gelten können, so findet man in den Polarmeeren nicht allzu viele, dagegen um so mehr in warmen Meeren. Besonders pflegen warme Meeresströmungen die am höchsten entwickelten Peridineen mit sich zu führen. Über die Volksdichte in den verschiedenen Meeresteilen siehe Lohmann (z. B. Arch. f. Biontologie, Bd. IV, Heft 3, 1920).

Das geographische Vorkommen entsprechender Formen im Süßwasser ist ebenfalls noch ungeklärt. Nur wo besonders einseitige Verhältnisse vorliegen, vermögen sich Arten in geringer Zahl anzupassen. Wir kennen Formen aus dem Firnschnee und Eis, ferner scheinen gewisse Hochmoorformen in solchen Mooren endemisch zu sein; mit Salzformen kann man indessen Überraschungen erleben. So fand Lindemann Formen der Meeresküste in Inlandgewässern, die, wenigstens zum Teil, sicher nicht erheblich salzhaltig waren, und z. B. *Amphidinium Klebsi* (Klebs) Kof. et Sw. hat in der Bucht von Neapel eine Länge von 46  $\mu$ , in russischen Salzseen dagegen eine solche von 17  $\mu$ .

In den letzten beiden Jahrzehnten wurde nun die Gruppe der Peridineen um zwei interessante Abteilungen vermehrt. Klebs (1912) entdeckte im Süßwasser die vier Gattungen der *Phytodiniaceae*; diese umfassen geißellose, algenähnlich gewordene Formen. Daß sich bei ihrer Fortpflanzung wahrscheinlich begeißelte Schwärmer entwickeln, wurde bereits von Klebs vermutet. Eine ungleich größere Abteilung, nämlich die der parasitischen Peridineen, wurde von Chatton 1920 zusammenfassend behandelt. Es handelt sich bis jetzt nur um marine Formen aus 19 Gattungen, die allerdings teilweise unzureichend bekannt sind. Über ihr Vorkommen sind wir indessen recht gut informiert, wenigstens gilt dies von den parasitären Stadien, während das endgültige Schicksal der frei im Meere gefundenen Schwärmer meist unbekannt ist. Wir können Außen- und Innenparasiten unterscheiden, dazu kommen die Gattungen *Chytridinium* und *Trypanodinium*, welche auf und in Crustaceen-Eiern gefunden werden. Als die höchstentwickelten Formen der Abteilung können wir vielleicht die Innenparasiten ansprechen, welche vorzugsweise in Crustaceen leben; nur die sechs sicheren Arten der Gattung *Haplozoon* wurden alle im Darmkanal derselben Gruppe von Meereswürmern (Polychaeten) gefunden. Die Außenparasiten sind in erster Linie auf den Ruderschwänzen von Appendicu-

larien, sowie auf Crustaceen anzutreffen, doch beweisen gelegentliche Funde, daß sie auch auf einer Reihe anderer Organismen des Meeres vorkommen. Isoliert steht die auf *Chaetoceras* festgeheftete *Paulsenella*.

An dieser Stelle mag erwähnt werden, daß die Zooxanthellen bei *Veilella spirans* und bei vielen Radiolarien als symbiontische Peridineen angesprochen worden sind. Die Ansichten Hovasses über ihre Cytologie sind von Belar (»Der Formwechsel der Protistenkerne«, Jena, 1926) berichtet.

**Systematik und Verwandtschaft.** Unter Berücksichtigung des im vorigen Abschnitt Gesagten, ist es nur noch nötig, einiger abweichender Formen unter den ständig freilebenden, begeißelten Peridineen zu gedenken. Man pflegt den Unterschied in der Organisation der seitlich zusammengedrückten *Dinophysiales* (deren Panzer aus sechs Stücken besteht, aber nicht in Platten aufgelöst ist) und der übrigen, seitlich nicht zusammengedrückten, aber gefälten Formen hervorzuheben. Von Lindemann ist dem System eine neue, vorläufig nur kleine Gruppe, die *Kolkwitziales*, eingefügt worden. Es handelt sich hier um seitlich nicht zusammengedrückte Organismen, die aber auch nicht gefälten sind. Neu hinzugekommen ist auch die allerdings bereits von Kofoid und Swezy als »zweifelhafte Dinoflagellaten« berücksichtigte Klasse *Amphilothes*, deren Arten z. T. schon lange bekannt waren. Die hierhin gehörenden Formen besitzen ein intracelluläres Skelett (s. a. Seite 18). Von einer Erörterung der Frage, ob *Noctiluca* als echte Peridinee anzusehen ist, ist hier Abstand genommen; *Noctiluca* ist nach dem Vorgange von Kofoid und Swezy mit *Pavillardia* in die Familie *Noctilucaeae* gestellt worden. Bleibt noch die Unterabteilung der *Adiniferae*.

Diese umfaßt Formen, die durch den Mangel einer Querrfurche, sowie durch die Verlagerung der Geißeln an das eine Ende der Zelle gekennzeichnet sind. Es muß erwähnt werden, daß zuerst Bergh versuchte, die *Dinophysiae* direkt von *Prorocentrum* abzuleiten; die übrigen damals bekannten Peridineen sollten dann durch Verlagerung der Querrfurche von vorne nach hinten entstanden sein. Bütschli konstruierte eine Urform »in Gestalt eines *Prorocentrum*, das durch Umkehrung der Bewegungsrichtung sein Vorderende zum Hinterende gemacht hat«. Am Hinterende bildete sich zuerst eine Querrfurche aus, die dann aber allmählich mehr nach vorne verlagert wurde; hieraus resultierten die *Dinophysiae*. Schütt sprach seine Ansicht nicht in so bestimmter Form aus (s. S. 13). Die *Adiniferae* haben aber gleichzeitig auch Veranlassung zur Feststellung von Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Peridineen und Flagellaten, speziell Cryptomonaden (Bergh, Bütschli), gegeben. Bütschli äußerte sich später »mit berechtigter Vorsicht« dahin, daß »der Ursprung der Dinoflagellaten doch wohl weiter zurückverlegt werden muß in Formen, welche eine Mischung von Charakteren zeigen, wie sie bei jetzt lebenden Flagellaten noch nicht beobachtet wurden«. Klebs meint, daß auch das von ihm entdeckte *Haplodinium* nicht als direkte Übergangsform von den *Prorocentraceae* zu den Cryptomonaden angesehen werden dürfe, weil »man ähnliche Formen unter den Cryptomonaden bisher nicht kennt«. Pascher kam nun zur Trennung einer die Cryptomonaden enthaltenden Gruppe der »*Cryptomonadales*« von den Peridineen, welche letztere er wieder in die beiden getrennten Gruppen der »*Desmomonadales*« und »*Dinoflagellatae*« auflöste. Neu ist die Gruppe der »*Desmomonadales*«, die mit einfachen (von Pascher entdeckten) Formen beginnt und sich über *Haplodinium*, *Exuviaella*, *Prorocentrum* zu den *Dinophysiae* fortsetzt (siehe Ber. d. Deutsch.-Botan. Ges. Bd. 32, 1914). Oltmanns wies seinerzeit darauf hin, daß Pascher seinen neuen Formen keine Abbildungen beigegeben hat<sup>1)</sup>. Es wird auch nützlich sein, sich bezüglich einer Teilung der Gruppe der Peridineen, wie Pascher sie vorschlägt, vorläufig abwartend zu verhalten.

Bereits Klebs trennte die damals bekannten höheren Peridineen in die schon erwähnten beiden Entwicklungsreihen der *Dinophysiales* und *Peridiniales*. Indessen — dies ist besonders hervorzuheben — verlegt Klebs den Schwerpunkt seiner Be-

<sup>1)</sup> Nach Abschluß vorliegender Peridineenbearbeitung hatte Herr Professor Dr. A. Pascher die Freundlichkeit, dem Verf. seine Beobachtungsfiguren von besagten Formen zuzusenden. Während der Drucklegung dieser Bearbeitung ist *Dinotherix paradoxa*, eine Form, die unzweifelhaft Beachtung verdient, vom Autor unter Beifügung von Abbildungen veröffentlicht worden (Arch. f. Protokde., Bd. 58, Heft 1, 1927). Jedenfalls Herrn Prof. Pascher auch hier verbindlichsten Dank!

trachtungen in die Gruppe der *Gymnodiniales*, weil sie »weitaus die stärkste Mischung verschiedenartiger Charaktere darbietet und dadurch nach mehreren, oft ganz entgegengesetzten Seiten Verbindungsfäden ausstrahlen läßt«. (Verh. d. Naturh.-Med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. XI. H. 4. 1912, Seite 429—437.) Es ergeben sich durch Vermittlung von Paschers *Protochrysis Phaeophycearum* Beziehungen zu den Cryptomonaden. eine tierische Ernährung, wie sie bei manchen Gymnodinien vorkommt, findet sich in der gleichen Weise bei zahlreichen Flagellatenreihen, eine Reihe von Vertretern leitet zu den Algen<sup>1)</sup> über, ja, wir kennen *Gymnodiniales*, die durch die Anwesenheit von Rhabdosomen, Nematocysten oder hochentwickelten Augen mit typischer Linse und Pigmentkörper höher organisiert erscheinen, als irgend andere Peridineen. Von besonderem Interesse sind ferner *Gymnodinium*-ähnliche Formen mit Innenskelett (*Amphithales*), und schließlich erweisen sich auch *Noctiluca*, sowie die parasitischen Peridineen durch den Bau ihrer Schwärmer als mit den *Gymnodiniales* in Zusammenhang stehend.

**Fossile Peridineen.** Ehrenberg fand fossile Peridineen in den Feuersteinen der Kreide von Delitzsch (Sachsen). Andere Fundorte sind zweifelhaft. Die Panzer solcher fossiler Arten bestehen häufig aus Kieselsäure, doch ist anzunehmen, daß sie ursprünglich aus Zellulose bestanden und erst nachträglich verkieselt sind.

**Nutzen und Schaden.** Für den Menschen selbst spielen die Peridineen keine direkte Rolle, höchstens daß ihre Panzer als »Kunstformen der Natur« in der angewandten Kunst als Grundlage für Muster aller Art Verwendung gefunden haben. Dagegen müssen wir annehmen, daß sie mit den Bacillariaceen die Hauptmasse der Ernährung des Meeres ausmachen. Häufig findet man im Meere sowie in der Küstenzone meilenweite Flecken von gefärbtem Oberflächenwasser, »rotes« oder »gelbes Wasser« (»Red« oder »Yellow Water«) genannt, welches nicht, wie man früher meinte, durch schwefel- oder phosphorhaltige Quellen auf dem Meeresboden entsteht, sondern durch eine ungeheure Vermehrung von Peridineen verursacht wird. Das Wasser kann dann übrigens grau, gelb, rot oder dunkelbraun aussehen. Es kommt nun vor, daß die betr. Formen (*Gonyaulax* nach Hirasaka und Kofoid, *Cochlodinium* nach Okamura, *Gymnodinium* nach Kofoid, *Heterocapsa* und *Glenodinium* nach Lindemann) in großer Menge rasch absterben, so daß ihre Zersetzungsprodukte das Wasser mit Giften anreichern; dann tritt meist ebenfalls ein großes Sterben aller möglichen Meerestiere ein, deren Leichen an Land gespült werden und die Luft verpesteten. Nach Lindemann kam einmal im Brackwasser ein großes Fischsterben auf solche Weise zustande.

## Systematische Gliederung der Abteilung Peridineae (Ehrenberg).

### 1. Unterabteilung: **Adiniferae** n. nom.

#### 1. Klasse: **Athecatales** n. nom.

##### Familie: **Haplodiniaceae** n. Fam.

##### Gattung: *Haplodinium* Klebs

#### 2. Klasse: **Thecatales** n. nom.

##### Familie: **Prorocentraceae** Schütt.

##### Gattungen: 1. *Cenchruidium* Ehrbg., 2. *Ezuviaella* Cienk., 3. *Prorocentrum* Ehrbg.

### 2. Unterabteilung: **Diniferae** n. nom.

#### 3. Klasse: **Gymnodiniales** n. nom.

##### 1. Familie: **Pronoctilucaceae** n. nom.

##### Gattungen: 1. *Pronoctiluca* Fabre-Domergue, 2. *Ozyrrhis* Dujardin

##### 2. Familie: **Gymnodiniaceae** Lemm.,

##### Gattungen: 1. *Amphidinium* Clap. et Lachm., 2. *Gymnodinium* Stein, 3. *Gyrodinium* Kof. et Sw., 4. *Cochlodinium* Schütt, 5. *Torodinium* Kof. et Sw.

##### 3. Familie: **Polykrikaceae** n. nom.

##### Gattung: *Polykrikos* Bütschli

<sup>1)</sup> Siehe auch Seite 43.

4. Familie: **Noctilucaeae** n. nom.  
Gattungen: *Pavillardia* Kof. et Sw., 2. *Noctiluca* Suriray
5. Familie: **Warnowiaceae** n. nom.  
Gattungen: 1. *Protopsis* Kof. et Sw., 2. *Nematodinium* Kof. et Sw., 3. *Warnowia* n. nom., 4. *Proterythropsis* Kof. et Sw., 5. *Erythropsis* Hertwig
6. Familie: **Blastodiniaceae** n. nom.  
Gattungen: 1. *Oodinium* Chatton, 2. *Apodinium* Chatton, 3. *Parapodinium* Chatton, 4. (*Gymnodinium*), 5. *Blastodinium* Chatton, 6. *Schizodinium* Chatton, 7. *Haplozoon* Dogiel, 8. *Syndinium* Chatton, 9. *Chytriodinium* Chatton, 10. *Paulsenella* Chatton, 11. *Duboscquella* Chatton, 12. *Trypanodinium* Chatton, 13. *Paradinium* Chatton, 14. *Atelodinium* Chatton, 15. *Neresheimeria* Uebel, 16. *Ellobiopsis* Caullery, 17. *Staphylocystis* Coutière, 18. *Ellobiocystis* Coutière, 19. *Parallobiopsis* B. Collin
4. Klasse: **Amphilothales** n. nom.
  1. Familie: **Amphilothaceae** n. nom.  
Gattungen: 1. *Monaster* Schütt, 2. *Amphilothus* (Schütt) Kofoid
  2. Familie: **Gymnasteraceae** n. nom.  
Gattungen: 1. *Gymnaster* Schütt, 2. *Achradina* Lohmann.
5. Klasse: **Kolkwitzielleales** n. Kl.
  1. Familie: **Ptychodiscaceae** Lemm.  
Gattung: *Ptychodiscus* Stein
  2. Familie: **Kolkwitzielleaceae** n. Fam.  
Gattungen: 1. *Lissatiella* (Lindem.) Lindem., 2. *Kolkwitzielli* Lindem., 3. *Lophodinium* Lemm., 4. *Berghiella* Kof. et Mich.
6. Klasse: **Dinophysiales** n. Kl.
  1. Familie: **Dinophysiaceae** Pavillard  
Gattungen: 1. *Pseudophalacroma* Jörgensen, 2. *Phalacroma* Stein, 3. *Dinophysis* Ehrbg., 4. *Ornithocercus* Stein, 5. *Histioneis* Stein, 6. *Citharistes* Stein
  2. Familie: **Amphisoleniaceae** n. Fam.  
Gattungen: 1. *Oxyphysis* Kofoid, 2. *Amphisolenia* Stein, 3. *Triposolenia* Kofoid
7. Klasse: **Peridinales** Schütt, emend.
  1. Familie: **Glenodiniaceae** Lemm.  
Gattungen: 1. *Hemidinium* Stein, 2. *Glenodiniopsis* Woloszyńska, 3. *Glenodinium* (Ehrbg.) Stein
  2. Familie: **Protoceratiaceae** n. Fam.  
Gattungen: 1. *Protoceratium* Bergh, 2. *Pachydinium* Pavillard
  3. Familie: **Dinosphaeraceae** n. Fam.  
Gattung: *Dinosphaera* Kof. et Mich.
  4. Familie: **Gonyaulacaceae** n. Fam.  
Gattungen: 1. *Gonyaulax* Diesing, 2. *Spiraulax* Kofoid, 3. *Peridiniella* Kof et Mich., 4. *Pyrodinium* Plate, 5. *Amphidoma* Stein
  5. Familie: **Peridiniaceae** Schütt, emend.  
Gattungen: 1. *Heterocapsa* Stein, 2. *Peridinium* Ehrbg., 3. *Diplopsalis* Bergh
  6. Familie: **Ceratiaceae** n. nom.  
Gattungen: 1. *Ceratium* Schrank, 2. *Centrodinium* Kofoid
  7. Familie: **Goniodomaceae** n. Fam.  
Gattung: *Goniodoma* Stein
  8. Familie: **Heterodiniaceae** n. Fam.  
Gattung: *Heterodinium* Kofoid
  9. Familie: **Pyrophacaceae** n. Fam.  
Gattung: *Pyrophacus* Stein

10. Familie: **Ostreopsiaceae** n. Fam.  
Gattung: *Ostreopsis* J. Schmidt
11. Familie: **Oxytoxaceae** n. nom.  
Gattungen: 1. *Murrayella* Kofoid, 2. *Oxytoxum* Stein
12. Familie: **Ceratocoryaceae** n. nom.  
Gattung: *Ceratocorys* Stein
13. Familie: **Cladopyxiaceae** n. nom.  
Gattung: *Acanthodinium* Kofoid
14. Familie: **Podolampaceae** n. nom.  
Gattungen: 1. *Podolampas* Stein, 2. *Blepharocysta* Ehrbg.

3. Unterabteilung: **Phytodiniæ** n. Unterabt.<sup>1)</sup>

Familie: **Phytodiniaceae** Klebs

Gattungen: 1. *Phytodinium* Klebs, 2. *Tetradinium* Klebs, 3. *Stylodinium* Klebs,  
4. *Gloeodinium* Klebs

## PERIDINEAE (Ehrenberg).

Beiträge zur Kenntnis der Infusorien und ihre geogr. Verbreitung. Abh. d. Berliner Akademie d. Wissenschaften, 1830. — Ehrenberg schrieb zwar »*Peridinaea*«, muß aber als der Begründer der Abteilung angesehen werden. Die Bezeichnung »*Peridineae*« findet sich schon früher, systematisch jedoch zuerst bei Lemmermann (Ergebnisse e. Reise n. d. Pacific, Abh. Naturw. Verein Bremen, Bd. 16, 1900); sowohl letzterer wie auch Ehrenberg brauchten die in Rede stehenden Bezeichnungen für Gruppen wesentlich kleineren Umfanges<sup>2)</sup>.

Syn.: *Cilioflagellata* Claparède et Lachmann, Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Mém. Inst. Genevois, 5. 6 und 7, 1858—61; *Arthrodele Flagellaten* Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883; *Dinoflagellata* Bütschli, »*Dinoflagellata*« in »*Protozoa*« (Bd. I, 1883—87) in »Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs«, Leipzig und Heidelberg; *Peridinales* Schütt, E. P., 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896, Seite 1; *Dinoflagellinae* Delage et Hérouard, Traité de Zoologie concrète. I. Paris, Schleicher 1896; *Peridiniaceae* Schoenichen und Kalberlah, Eyferth's einf. Lebensformen. Braunschweig, Goeritz, 1900; *Dinoflagellidia* Kofoid, New Species of Dinoflagellates. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard, Vol. 50, 1907; *Dinoflagellatae* Schilling, Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz, herausg. v. A. Pascher, Heft 3, Jena, 1913.

**Merkmale.** Flagellaten mit zwei Geißeln; die Längsgeißel ist fadenförmig und gewöhnlich longitudinal gerade gestreckt nach hinten liegend, die Quergeißel anscheinend stets bandförmig und transversal gerichtet. Diese beiden Geißeln liegen meist in (für die Gruppe der *Peridineae*) charakteristischen Furchen, welche nur selten weniger gut ausgeprägt sind. Es findet sich bei Anwesenheit von Chromatophoren holophytische Ernährung, chromatophorenlose oder -arme Zellen leben wahrscheinlich saprophytisch, vor allem niedere Vertreter auch holozoisch. Parasitische Dinoflagellaten sind beschrieben. Kontraktile Vakuolen wurden nicht gesehen. Die Zellen sind entweder nackt oder von einer mehr oder weniger dicken Pellicula umgeben, welche letztere bisweilen auffällige Streifung entwickeln kann (niedere marine Formen). Ist eine besonders differenzierte Zellhülle vorhanden, so erscheint sie entweder zarthäutig, dann meist durch gleichartige (sechseckige) Polygone gefeldert (Gymnoides Stadium), oder derbhäutig und aus ungleichartigen, größeren, polygonalen Feldern bestehend (Praevalvates Stadium), oder es findet sich entweder ein starker Panzer (Valvates Stadium), der aus einzelnen Platten (größeren polygonalen Feldern entsprechend) zusammengesetzt ist oder solcher Platten

<sup>1)</sup> Siehe die Anm. d. Verf. auf Seite 102.

<sup>2)</sup> Siehe auch Seite 79.

entbehrt. Panzer können skulpturiert und mit verschiedenen gestalteten Fortsätzen versehen sein. Koloniebildung bisweilen beobachtet. Selten findet sich ein polymorpher Lebenszyklus. Eine abgeleitete (algenähnliche) Gruppe ist bekannt; ihre Vertreter ermangeln der Furchen und Geißeln. Länge der Zellen  $8\ \mu$  bis  $1500\ \mu$  (nur *Noctiluca* bis  $2000\ \mu$ ).

### Einteilung der Abteilung in Unterabteilungen.

- A. Geißeln an einem Ende der Zelle; Furchen nicht wahrnehmbar; Hülle entweder eine derbe feste Haut oder als Panzer entwickelt, in letzterem Falle aus zwei durch eine Naht getrennten Teilen bestehend, die sich nicht aus Platten zusammensetzen
  1. **Adiniferae.**
- B. Geißeln nicht an einem Ende der Zelle; Furchen (und Geißeln) wenigstens an einem Stadium des Lebenszyklus sichtbar; die Querrfurche teilt meist die ganze Zelle in einen vorderen und hinteren Abschnitt (bei gepanzerten Vertretern die Valven)
  2. **Diniferae.**
- C. Geißeln und Furchen fehlen stets, ebenso eine besonders differenzierte Hülle; algenähnliche Organismen, frei oder festgewachsen . . . . . 3. **Phytodiniereae.**

## 1. Unterabteilung: **ADINIFERAE** Lindem., n. nom.

Synon.: *Adinida* Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten, Morphol. Jahrb., Bd. 7, 1882; *Adiniferidea* Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921, Seite 108.

Die Geißeln sind an einem Ende der Zelle gelegen; dieselbe ist in einem Falle (*Haplodinium*) ungepanzert, sonst gepanzert. Hülle niemals aus Feldern oder Platten zusammengesetzt. Furchen sind nicht wahrnehmbar; die gepanzerten Hüllen zerfallen durch eine Naht in zwei uhrglasähnliche Schalen. Stigma fehlt. Länge  $26\ \mu$  bis  $57\ \mu$ . Ernährung holophytisch.

### Einteilung der Unterabteilung *Adiniferae* in Klassen (oder Reihen).

- A. Hülle aus einer derben festen Haut bestehend . . . . . 1. **Athecatales.**
- B. Hülle als Panzer entwickelt . . . . . 2. **Thecatales.**

## 1. Klasse: **Athecatales** Lindem., n. nom.

Syn.: *Athecatoidae* Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921, Seite 106.

## **Haplodiniaceae** Lindem., n. Fam.

Diese Klasse umfaßt zur Zeit nur einen sicheren Vertreter: *Haplodinium antiojiense* Klebs. (Siehe: Über Flagellaten- und Algenähnliche Peridineen, Verhandlungen des Naturh.-Med. Vereins zu Heidelberg. N. F., Bd. XI, Heft 4, 1912.) Es handelt sich um einen gelbgefärbten, etwa  $30\ \mu$  langen, peridineenartigen Organismus (siehe Fig. 14), der von Klebs auf Java gefunden wurde. Gestalt breit eiförmig und abgeplattet. Hülle derb, fest und glatt; eine strukturlöse »zelluloseartige Zellhaut«. Zwei Geißeln am Vorderende, eine nach vorne lang ausgestreckt, die andere quer dazu schwingend. Zwei »schalenförmige Chromatophoren, von denen

jeder in der Mitte einen pyrenoidartigen Körper trägt. Im Vorderende der Zelle zwei sackartige »Pusulen«, die zusammenfließen können. Im hinteren Teile ein großer Zellkern von charakteristischer Peridineenstruktur<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Die Diagnosen der Formen von Pascher siehe Ber. d. D.-Bot. Ges., Bd. 33, 1914. (Siehe auch hier S. 32).



Fig. 14. *Haplodinium antiojiense* Klebs. Mit Zellkern, Pyrenoid und Vakuolen. n Zellkern, p Pyrenoid, v Vakuolen. (Nach Klebs.)

## 2. Klasse: Thecatales Lindem., n. nom.

Syn. *Thecatoidae* Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921, Seite 106.

Alle Vertreter sind gepanzert; die Panzer zerfallen durch eine Naht in zwei fast gleiche, uhrglasartige Schalen, die aufeinander passen. Furchen sind nicht sichtbar. Nur eine Familie ist bekannt.

### Prorocentraceae Schütt,

E. P., 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896, Seite 6.

Syn.: *Prorocentrina* Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte. Die Naturgeschichte der arthrodelen Flagellaten, Leipzig, 1883; *Prorocentridae* Kofoid, New species of Dinoflagellates. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard, Vol. 50, 1907; *Prorocentrinea* Poche, Das System der Protozoa. Archiv f. Protistenkunde, Bd. 30, 1913.



Fig. 15. *Cenchridium globosum* (Will.) Stein. Schalenansicht. (Nach Stein.)

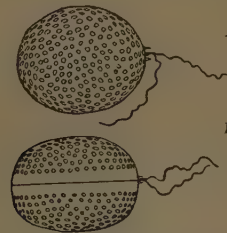


Fig. 16. *Exuviaella compressa* (Bail.) Ostenf. A Schalenansicht, B Gürtelansicht. (Nach Schütt.)



Fig. 17. *Prorocentrum micans* Ehrbg. A Schalenansicht, B Gürtelansicht. (Nach Schütt.)

Gestalt eiförmig bis zugespitzt-»kommaartig«. Die beiden Panzerhälften lassen am Ende der Zelle eine Öffnung zum Durchtritt der Geißeln frei. Furchen fehlen. Plasma mit Chromatophoren. 1 bis 2 Pusulen. Marine Formen, auch im Brackwasser.

#### Einteilung der Familie.

- A. Die Geißeln treten durch einen röhrenartigen, nach innen vorspringenden, geraden oder gebogenen Membranauswuchs ins Freie . . . . . 1. **Cenchridium**.
- B. Ein solcher, ins Innere hineinragender Membranauswuchs ist nicht vorhanden.
  - a. Gestalt ellipsoidisch, an den Enden gerundet, ohne Zahnfortsatz (höchstens zu beiden Seiten der Austrittsöffnung für die Geißeln ein kleines rudimentäres Zähnchen) 2. **Exuviaella**.
  - b. Gestalt zugespitzt-»kommaartig« (an einem Ende gerundet, am anderen zugespitzt); hinter der Austrittsöffnung für die Geißeln ein kräftiger Zahnfortsatz . . . 3. **Prorocentrum**.

1. **Cenchridium** Ehrenberg, Novorum Generum et Specierum brevis definitio. Monatsberichte der Berliner Akad. d. Wiss., 1845, S. 357 (Syn.: *Entosolenia* Williamson). — Wohl eine zweifelhafte Gattung, von Ehrenberg zu den Foraminiferen gestellt, von Stein »nicht ohne Bedenken« und von Bütschli gar nicht aufgenommen. Schütt hat sie etwa, wie folgt, charakterisiert: Gestalt ellipsoidisch bis eiförmig. Panzer aus zwei uhrglasähnlichen Schalen bestehend, die mit den ringförmigen Rändern vereinigt sind, ungleich porös. Poren bald nur auf der »dorsalen« Hälfte, bald ringartig neben der Trennungsnah zwischen den beiden Panzerhälften angeordnet. Geißelspalte mit einem röhrenartigen, ins Innere vorspringenden geraden oder gebogenen Membranauswuchs. Ausschließlich marine Formen, Warmwassergebiet.

3 Arten, *C. globosum* (Williams) Stein, siehe Fig. 15.

2. **Exuviaella** Cienkowski, Bericht über Excursionen ins weiße Meer. Arbeiten d. St. Petersburger naturf. Ges., Bd. XII, 1881 (russisch) (Syn.:? *Pyxidicula* Ehrenberg, Abh. d. Berl. Akad. 1836; Bailey, Smith. Inst., Vol. II, Pl. 2, Fig. 14. 1850; *Cryptomonas* Ehren-

berg, Über das Leuchten und über neue mikrosk. Leuchttiere des Mittelmeeres, Monatsber. d. Berliner Akad., 1859; *Prorocentrum* Kent, A Manual of Infusoria, Vol. I, London, 1880—81; *Amphidinium* Pouchet, Contribution a l'histoire des Cilioflagellés, Journ. de l'Anatomie et de la Physiologie, 1883, T. 19—22; *Dinopyxis* Stein, Der Organismus der Infusoriertiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883; *Postprorocentrum* Gourret, Sur les Péridiniens du golfe de Marseille, Ann. de musée d'hist. nat. de Marseille, T. 1, 1883). — Gestalt der Zelle eiförmig bis länglich, senkrecht zur Ringnaht  $\pm$  abgeflacht. Panzer aus zwei uhrglasähnlichen Schalen bestehend, eine derselben besitzt zum Durchtritt der Geißeln einen seichten Ausschnitt (Geißelspalte). Zu beiden Seiten der Geißelspalte kann sich ein zartes Zähnchen befinden. Panzerstruktur porös, mit zerstreuten runden Poren, neben der Gürtellinie meist eine strukturfreie Zone. Zwei seitliche, plattenförmige, große gelbbraune Chromatophoren, den beiden Schalen des Panzers anliegend, im Zentrum mit oder ohne Pyrenoid, oder zahlreiche kleinere, dem Panzer angelagerte gelbe Plättchen. Kern linsen-nierenförmig, abgeflacht, im hinteren Körperende gelagert. 1 oder 2 kugelige Sackpusulen in der Nähe der Geißelspalte, in diese mit deutlichem Kanal mündend, bisweilen noch mehrere große Nebenpusulen. Teilung der Trennungsnah der Panzerhälften entsprechend. Länge  $9\mu$  bis  $50\mu$ . Marin, kosmopolitisch. Auch im Brackwasser.

Etwa 10 Arten, *E. compressa* (Bailey) Ostenfeld, siehe Fig. 16. Einige Formen unsicher.

3. *Prorocentrum* Ehrenberg, Dritter Beitrag zur Erkenntnis großer Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. Abhandlungen der Berliner Akad., 1833 (Syn.: *Cercaria* Michaelis, Über das Leuchten der Ostsee nach eigenen Beobachtungen. Hamburg, 1830; *Postprorocentrum* Gourret, Sur les Péridiniens du golfe de Marseille. Ann. de musée d'hist. nat. de Marseille, T. 1, 1883). — Gestalt der Zelle angenähert herzbis kommaförmig; das stumpfe Zellende manchmal vertieft, das andere spitz. Senkrecht zur Ringnaht  $\pm$  abgeflacht. Panzer aus zwei flachen Schalen bestehend; neben der Geißelspalte ein oder zwei zahnartige Anhängsel. Zwei derselben können zu einem kleinen hohlen, mit Plasma gefüllten Hörnchen zusammenschließen. Panzerstruktur porös, oft mit zerstreuten runden Poren. Chromatophoren: zwei große ungelappte oder zwei reich gelappte oder mehrere kleinere, den Schalen anliegende gelbe Platten. Kern ei-linsenförmig, meist V-förmig oder nierenförmig. In der Nähe der Geißelspalte zwei kugelige bis eiförmige Sackpusulen mit engem Ausführungskanal. Länge  $10\mu$  bis  $57\mu$ . Marin, kosmopolitisch. Gelegentlich auch vereinzelt im Brackwasser. Leuchtvermögen.

Etwa 12 Arten, *P. micans* Ehrbg., siehe Fig. 17.

## 2. Unterabteilung: DINIFERAE Lindem., n. nom.

Syn.: *Dinifera* Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morphol. Jahrb., Bd. 7, 1882; *Diniferida* Delage et Hérouard, Traité de Zoologie concrète. I. Paris, Schleicher, 1896; *Diniferidea* Delage et Hérouard (emend. Kof. et Sw.), Traité de Zoologie concrète. I. Paris, Schleicher, 1896; *Peridiniinae* Poche, Das System der Protozoa. Archiv f. Protistenkunde., Bd. 30, 1913; *Peridiniaceae* Oltmanns, Morphologie u. Biologie d. Algen, Bd. I, S. 52, Jena 1922.

Eine große Gruppe mit sehr veränderlichen Eigenschaften. Die Geißeln sind meist ventral inseriert in der Nähe der Stelle, wo sich Quer- und Längsfurche treffen. Die Quer-(»Gürtel-«)Furche teilt die ganze Zelle in einen vorderen und hinteren Abschnitt (die »Valven« der gepanzerten Formen), diese Querrfurche, sowie die Längsfurche sind wenigstens an einem Stadium des Lebenszyklus immer sichtbar. Nackte Formen, sowie solche mit allen angeführten Hüllbildungen werden angetroffen. Ernährung holophytisch oder holozoisch, saprophytisch oder parasitisch. Plasma farblos bis hoch gefärbt. Es kommen Stigmen, Ocelli und Nematocysten vor. Mindestens eine oder zwei Pusulen werden bei den marinen Formen in der Regel angetroffen. Koloniebildung bisweilen beobachtet. In einzelnen Fällen sind Zeugungskreise konstruiert, die recht verschiedenartige Formen umfassen können. Die Teilung erfolgt gewöhnlich schräg zur Längsachse oder unter Abwerfung der Hülle. Auch Teilung innerhalb von Cysten ist beobachtet. Sexualität nicht mit Sicherheit festgestellt. Länge  $8\mu$  bis etwa  $1500\mu$ . Süßwasser und marin.

### Einteilung der Unterabteilung Diniferae in Klassen.

- A. Dinoflagellaten ohne Innenskelett.
- a. (Schwärm-)Zellen nackt oder von einer bisweilen gestreiften Pellicula umgeben; Hüllen, wenn vorhanden, zarthäutig (und durch gleichartige Polygone gefeldert) . . . . . 3. *Gymnodiniales*.
  - b. Hüllen derbhäutig oder als Panzer ausgebildet.
    - a. Der Panzer ist nicht aus polygonalen Platten zusammengesetzt.
      - I. Panzer besteht aus einem Stück . . . . . 5. *Kolkwitiellales*.
      - II. Panzer besteht aus rechter und linker Hälfte, jede Hälfte wieder aus drei Teilen (Teil der Epivalva, der Querfurche und der Hypovalva) . . . . . 6. *Dinophysiales*.
    - β. Derbhäutige Hüllen sind durch ungleichartige größere Polygone gefeldert, entsprechend bestehen die Panzer aus ungleichartigen polygonalen Platten (Tafeln) . . . . . 7. *Peridinales*.
- B. Dinoflagellaten mit Innenskelett. . . . . 4. *Amphithales*.

### 3. Klasse: *Gymnodiniales* Lindem., n. nom.

Syn.: *Gymnodiniaceae* Schütt, E. P., 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896, Seite 1; *Gymnodinina* Kofoid, New Species of Dinoflagellates. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard, Vol. 50, 1907; *Gymnodinioidae* Poche (emend. Kof. et Sw.), Das System der Protozoa. Archiv f. Protistenkunde, Bd. 30, 1913.

Diese Klasse umfaßt die verschiedenartigsten Organismen. Die beiden Furchen und Geißeln sind wenigstens an einem Stadium des Lebenszyklus sichtbar; dann sind die Geißeln mindestens am Beginn in den Furchen gelagert. Die Zellen sind entweder nackt oder von einer ± dicken Pellicula umgeben (marine Formen), welche letztere bisweilen auffällige Streifung entwickeln kann. Sind Hüllen vorhanden, so sind dieselben stets zarthäutig und wahrscheinlich immer durch gleichartige Polygone (Sechsecke) gefeldert. Das Plasma ist besonders bei diesen Formen sehr oft schön gefärbt. Nur hier finden sich Ocelli und Nematocysten. Geißelporen ventral, eine oder in der Mehrzahl. Holophytisch oder holozoisch, saprophytisch oder parasitisch. Gallertstadien und Cystenbildung. Koloniebildung ist verschiedentlich beobachtet. Süßwasser und marin.

#### Einteilung der Klasse *Gymnodiniales* in Familien.

- A. *Gymnodiniales*, in deren Lebenszyklus niemals ein parasitisches Stadium auftritt
- a. Furchen schwach ausgebildet oder abweichend entwickelt.
    - a. Kein Tentakel (höchstens ein unauffälliges, ± entwickeltes Tentakel-ähnliches Gebilde), beide Geißeln nahezu fadenförmig, Zellen ohne Hülle und ohne Ocellus, nicht koloniebildend . . . . . 1. *Pronoctilucaceae*.
    - β. Mit wohl ausgebildetem (die Schwärmzellen oft mit seitlichem) Tentakel. . . . . 4. *Noctilucaceae*.
  - b. Furchen gut entwickelt, die Quergeißel ist bandförmig.
    - a. Nicht dauernd koloniebildend.
      - I. Ohne Ocellus (höchstens mit Stigma) . . . . . 2. *Gymnodiniaceae*.
      - II. Mit Ocellus . . . . . 5. *Warnowiaceae*.
    - β. Dauernd koloniebildend, mit Nematocysten . . . . . 3. *Polykrikaceae*.
- B. Mindestens ein Stadium des Lebenszyklus ist parasitisch . . . . . 6. *Blastodiniaceae*.

### *Pronoctilucaceae* Lindem., n. nom.

Syn.: *Protodiniferidae* Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921; *Pronoctilucidae* Lebour, The Dinoflagellates of northern Seas, Plymouth, 1925.

Diese Familie enthält sehr primitive *Gymnodiniales*. Furchen rudimentär. Tentakel ± entwickelt. Geißeln ventral nahe dem Vorder- oder Hinterende. Ohne Stigma

oder Ocellus. Kern meist mehr im vorderen Ende gelegen. Länge  $10\ \mu$  bis  $50\ \mu$ . Ernährung holozoisch oder saprophytisch. Marin, neritisch.

### Einteilung der Familie.

- A. Querrfurche kurz, schwach gebogen, ein Tentakel vorne, die Geißeln entspringen nahe dem Vorderende . . . . . 1. *Pronotiluca*.  
 B. Furche als etwas seitlich-hintere Ausbuchtung entwickelt, macht fast einen Umgang um die Zelle, ventral liegt in ihrer Mitte der Tentakellappen, an dessen Seiten die Geißeln entspringen . . . . . 2. *Oxyrrhis*.

1. *Pronotiluca* Fabre-Domergue, Note sur une nouvelle forme de Colpode (C. Henneguy) et sur un Flagelle pelagique. Ann. de Micrographie, I, 1888/89 (Syn.: *Rhynchomonas* Lohmann, Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton... Wiss. Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, 7., 1—86, 1902; *Pelagorhynchus* Pavillard, Un Flagelle pélagique aberrant, le Pelagorhynchus marinus, C. R. Acad. Sci., Paris T. 164, 1917; *Protodiniifer* Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921). — Zellen spindelförmig, das Hinterende zuweilen in ein kurzes Horn ausgezogen. Da die rudimentäre Querrfurche nahe dem Vorderende liegt, so ist die vordere Zellhälfte im Vergleich mit der hinteren sehr klein. Die Querrfurche, welche sehr kurz ist (sie geht



Fig. 18. *Pronotiluca tentaculata* (K. et Sw.)  
 Fab-Dom. (Nach Kofoid und Swezy.)

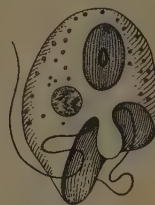


Fig. 19. *Oxyrrhis marina* Duj. Ventralansicht.  
 (Nach Hall.)

vom Ansatz der Quergeißel an etwa  $\frac{1}{4}$  um die Zelle herum), ist schwer sichtbar und verschwindet gänzlich, wenn das lebende Material einige Stunden im Laboratorium gestanden hat. Das erste Ende der Quergeißel liegt in der Querrfurche; diese Geißel fehlt vermutlich bei *P. pelagica*, ist aber bei *P. tentaculata* so lang, daß sie die ganze Zelle umschlagen kann. Die Längsgeißel ist  $\pm$  umgebildet. Am Vorderende oder nahe demselben befindet sich der für die Gattung so charakteristische vordere Tentakel, der gewöhnlich nach vorne gerichtet ist. Er hat etwa  $\frac{1}{4}$  der Länge der ganzen Zelle. Ein Stigma oder ein Ocellus ist nicht vorhanden. Der Zellkörper ist wenigstens bei einer Art von einer sehr zarten Membran eingehüllt. In der hinteren Zellhälfte befindet sich ein orange-gelber Nahrungskörper. Kern elliptisch, liegt meist näher dem Vorderende. Farbe gelblich-grau. Länge  $10\ \mu$  bis etwa  $50\ \mu$ .

2 Arten, marin. (*P. pelagica* Fabre-Domergue recht unvollständig bekannt.) *P. tentaculata* (Kof. et Sw.) Fabre-Domergue siehe Fig. 18.

2. *Oxyrrhis* Dujardin, Histoire Naturelle des Zoophytes, usw. Suites à Buffon. Paris, Roret, 1841 (Syn.: *Glyphidium* Fresenius, Die Infusorien des Seewasseraquariums, Zool. Gart. 1865). — Zellen oval, etwas unsymmetrisch (an der Querrfurche links eingebuchtet). Die typische Querrfurche der anderen Dinoflagellaten ist nicht vorhanden, dafür findet sich nahe dem hinteren Ende eine furchenartige Einbuchtung, die schräge fast um die ganze Zelle herumläuft. Dadurch wird die hintere Zellhälfte sehr klein im Vergleich mit der vorderen. Die Furchenränder springen scharf vor. Auf der ventralen Seite ragt mitten in die Furchengrube der Tentakellappen hinein, der etwa halb so lang wie die vordere Körperhälfte ist. Dieser Tentakel scheidet die beiden Ansatzstellen der Geißeln: auf der rechten Seite desselben entspringt die Längsgeißel, auf der linken die Quergeißel. Ein Stigma oder ein Ocellus ist nicht vorhanden. In der peripheren Schicht der Zelle finden sich Rhabdosomen. Der Zellkörper ist farblos und ernährt sich holo-

zoisch: er nimmt z. B. Diatomeen und auch Cryptomonaden auf. Kern elliptisch, liegt meist mehr im vorderen Ende der Zelle. Länge  $20\ \mu$  bis  $30\ \mu$  (seltener  $10\ \mu$  bis  $40\ \mu$ ).

1 Art, marin. — *O. marina* Duj., siehe Fig. 19. Gemein in Seewasseraquarien. Auch aus Salzseen des Inlandes (der russischen Provinz Charkow) beschrieben.

## Gymnodiniaceae Lemm.

Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific. Abh. Naturw. Verein, Bremen, Bd. XVI, 1900.

Syn.: *Gymnodinida* Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morphol. Jahrb. 7, 1882; *Gymnodinieae* Schütt, E. P., 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896, Seite 3; *Amphidinieae* Schoenichen et Kalberlah, Eyferth's einf. Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches, Braunschweig, 1900; *Gymnodinidae* Kofoid, New Species of Dinoflagellates, Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard, 50, 1907; *Gymnodiniidae* Kofoid, Dinoflagellates of the San Diego Region III. Univ. of California Publ. Zoolog. Vol. III, Nr. 13, 1907; *Kyrtodiniaceae* Schilling z. T., Dinoflagellatae (Peridineae) in Paschers »Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz«, Heft 3, 1913; *Kryptoperidiniaceae* Lindemann z. T., Eyferth's einf. Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches; 5. Aufl., Berlin-Lichterfelde, 1925/26, und Arch. f. Hydrob., Stuttgart, 1926.

*Gymnodinales*, deren Querfurche 1 bis 4 Umgänge um den Zellkörper macht. Die Längsfurche kann nahe dem Vorderende beginnen oder verläuft von der Querfurche bis nahe an das Hinterende. Ein Stigma ist häufig vorhanden; Ocellus und Tentakel fehlen. Gewöhnlich sind Pusulen anwesend. Plasma mit oder ohne Chromatophoren, kann auch gefärbtes Pigment enthalten oder selber gefärbt sein. Ernährung holozoisch oder holophytisch, auch beides zugleich. Die Zelloberfläche kann gestreift sein oder eine feingefelderte häutige Zellulosehülle besitzen. Gallerthüllen sind außerdem häufig beobachtet. Länge  $8\ \mu$  bis  $221\ \mu$ . Süßwasserbewohner oder marin. Ozeanische und Küstenformen. Kalt- und Warmwasserformen.

### Einteilung der Familie.

- A. Querfurche nahe dem Vorderende der Zelle, daher der vordere Teil der letzteren sehr klein im Vergleiche mit dem hinteren . . . . . 1. **Amphidinium**.
- B. Querfurche sehr nahe dem Hinterende der Zelle, kaum schraubig, Längsfurche reicht bis nahe ans Vorderende . . . . . 5. **Torodinium**.
- C. Querfurche liegt in der äquatorialen Mitte der Zelle, durchschneidet diese oder befindet sich doch nahe derselben; diese Furche ist kreisförmig oder schraubig.
  - a. Querfurche kreisförmig oder schraubig, in letzterem Falle beträgt die Schraubenhöhe weniger als  $\frac{1}{5}$  der Körperlänge . . . . . 2. **Gymnodinium**.
  - b. Querfurche stets schraubig, Schraubenhöhe größer als  $\frac{1}{5}$  der Körperlänge; die Schraube macht 1 bis weniger als 1,5 Umgänge . . . . . 3. **Gyrodinium**.
  - c. Querfurche stets schraubig, die Schraube macht 1,5 oder mehr Umgänge . . . . . 4. **Cochlodinium**.

1. **Amphidinium** Claparède et Lachmann, Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Mém. Inst. Genevois, 5—7, 1858—61 (Syn.: *Procentrum* Lemmermann, Zw. Beitr. z. Algfl. d. P. Seengeb. Ber. biol. Stat. Plön, 4, 1896; *Glenodinium* Chodat, Mat. p. l'hist. d. Alg. d. l. Suisse, Bull. d. l. Soc. Bot. de Genève, Vol. 13, 1921; *Gymnodinium* Geitler, *Gymnod. amphidinoides*, eine neue blaugrüne Peridinee. Botan. Archiv, Bd. 6, 1924). — Zellen im Querschnitt fast kreisförmig, dorsiventral oder seitlich zusammengedrückt. Die Querfurche liegt nahe dem Vorderende und kann etwas schraubig sein. Daher ist der vordere Teil der Zelle klein im Verhältnis zum hinteren. Die Längsfurche erstreckt sich von der Querfurche (selten vom Vorderende) bis an das hintere Ende. Bei vielen marinen Formen je zwei Pusulen, die durch einen Kanal zu einer einzigen verschmolzen sein können. Plasma farblos bis schön gefärbt, enthält Chromatophoren oder ermangelt derselben. Kern in der Mitte oder näher dem hinteren Ende. Die Zelloberfläche kann gerippt oder fein gestreift sein; es sind hüllenlose Zellen und Küstenformen mit derber Hülle (Struktur?) gefunden. Ernährung holozoisch oder holophytisch. Länge  $10\ \mu$  bis  $110\ \mu$ . Cysten mit dünner Membran. Süß- und Brackwasserbewohner oder marin.

Etwa 45 Arten, nach Kofoid und Swezy (The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921) in zwei Untergattungen gegliedert:

Untergatt. I. *Amphidinium* Kof. et Sw., mit dorsiventral oder seitlich zusammengedrücktem Körper. Typus: *A. operculatum* Clap. et Lachm., siehe Fig. 20.

Lebour (The Dinoflagellates of Northern Seas, Plymouth, 1925) teilt diese Untergattung in zwei getrennte Gruppen, je nachdem sie seitlich oder dorsiventral abgeplattete Formen umfaßt.

Untergatt. II. *Rotundinium* Kof. et Sw., mit im Querschnitt kreisrundem Körper. Typus: *A. cucurbita* Kof. et Sw., siehe Fig. 21.

2. **Gymnodinium** Stein (emend). Der Organismus der Flagellaten nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. Der Organismus der Infusionstiere. 1878—1883 (Syn.: *Peridinium* Ehrenberg, Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig, Voß, 1888; [Derselbe, auch 1834]; *Heteraulacus* Diesing, Systema Helminthum. Vindobonae, C. Gerold's Sohn, 1, 1850; *Glenodinium* Schmarda, Zur Naturgeschichte Ägyptens. Denkschr. d. Wiener Akad., Bd. 7, 1854; *Heteroaulax* Diesing, Revision der Prothelminthen, Akad. d. Wiss., Wien, Bd. 52, 1866; *Melodinium* Kent, A Manual of Infusoria, Vol. 1, London, 1880—81; *Pyrocystis* Jörgensen, Protophyten u. Protozoen i. Pl. a. d. norweg. Westküste. Bergens Mus. Aarbog., Nr. 6, 1899; *Protodinium* Lohmann, Unters. z. Festst. d. vollst. Geh. d. Meeres an Plankt. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel, Bd. 10, 1908; *Diplodinium* Klebs, Üb. Flagell. u. algenähn. Perid. Verh. d. nath.-med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. 11, 1912; *Cystodinium* Klebs

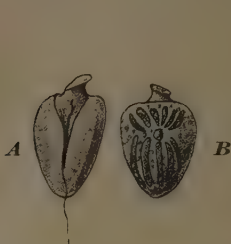


Fig. 20. *Amphidinium operculatum* Cl. et L. A Ventralansicht, B Dorsalansicht. (Nach Stein.)



Fig. 21. *Amphidinium cucurbita* K. et Sw. Ventralansicht. (Nach Kofoid und Swezy.)

[Ebendort]; *Hypnodinium* Klebs [Ebendort]; *Dissodinium* Pascher, Über e. neue Amöbä-Dinamoëbe m. dinofl. Schwärmern. Arch f. Prot., Bd. 36, 1916; *Raciborskia* Woloszyńska, Die Algen der Tatrassen und -Tümpel. I. Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, 1919). — Zellen nicht gedreht. Querfurche bei den Süßwasserformen ganz oder doch nahezu kreisförmig; bei den Meeresformen ebenfalls kreisförmig oder schraubig, doch beträgt die Schraubenhöhe stets weniger als  $\frac{1}{3}$  der ganzen Körperlänge. Die Windung ist nach links hinabsteigend (links drehend) d. h. auf der ventralen Seite links dem Vorderende am nächsten. (Typisch rechtsdrehende Formen, wie sie sich bei den gepanzerten Peridineen finden, sind hier nicht bekannt; einen Ansatz hierzu zeigt z. B. *G. rubricauda* Kof. et Sw.). Die Längsfurche kann bis an die beiden Enden der Zelle reichen oder kürzer sein. Keine Nematocysten. Plasma farblos oder gefärbt; Chromatophoren vorhanden oder fehlend. Häufig findet sich Pigment. Die marinen Vertreter besitzen gewöhnlich je zwei Pusulen, die auch in eine einzige verschmolzen sein können. Süßwasserformen häufig mit Stigma. Kern zentral oder seitlich, sphärisch, oval oder »wurstförmig«; Chromatin perlartig angeordnet. Kernumhüllung bei *G. rubrum* Kof. et Sw. gefunden. Die Zelloberfläche ist glatt, gestreift, gefurcht oder gerippt; manchmal in Ekto- und Endoplasma differenziert. Die meisten Süßwasserformen (soweit sie nicht nackt sind) haben feingefelderte häutige Zellulosehüllen, deren Felder aus gleichartigen kleinen Sechsecken bestehen (Gymnoides Stadium). Es gibt Gymnodinien, die zu Zeiten ihres Lebens amöboide Beweglichkeit zeigen; diese Erscheinung kann gering ausgebildet sein (»Zerrformen«) oder es können sich wirkliche Amöben entwickeln. Gymnodinien können farblos sein oder sie können hochgefärbt auftreten; Süßwasserformen sind meist braun infolge der braunen Chromatophoren. *G. aeruginosum* Stein ist leuchtend blaugrün. Viele Gymnodinien vermögen reichlich Gallerte zu produzieren: sie bilden entweder große Gallertlager (z. B. *G. fuscum* Stein) oder Gallerthöfe (s. a. u. »Entwicklung und Fortpflan-

zung«). Im Gallertlager sind die Zellen regellos verteilt, in einem Gallertthof findet man bei Süßwasserformen selten mehr als eine Zelle (bei Meeresformen oft viele, die z. B. hintereinander angeordnet sind). Es gibt auch marine Formen mit halbmondförmig gestalteten Gallertbildungen (*G. bicornis* Kof. et Sw.). Ernährung holozoisch oder holophytisch. Länge  $8\mu$  bis  $210\mu$ . Cysten sehr verschiedenartig: entweder kugelig mit Membran, trapezoidisch, stabförmig, halbmondartig (ohne Gallerte) bei der früheren Gattung *Cystodinium*, regellos kugelig mit mehreren Spitzen (bisher nur Süßwasser) (siehe Fig. 13 B) u. a. m. Ein Zeugungskreis ist konstruiert (*G. lunula* Schütt), doch konnte er bisher noch nicht ganz geschlossen werden. Süß- und Brackwasserbewohner oder marin. Küstenformen und ozeanische Arten. Leuchtvermögen selten beobachtet (siehe Seite 22).

Bezüglich des veränderten Umfanges der Gattung *Gymnodinium*, wie er hier vorläufig festgelegt worden ist, muß folgendes bemerkt werden. Der Name *Dinamoebidium varians* Pascher (nicht *Dinamoeba*, siehe Arch. f. Protokde., Bd. 37, 1916, Fußnote S. 31) wird nicht geändert, weil die Schwärmer dieser Form noch nicht so genau bekannt sind, daß man abschließend urteilen könnte. Wenn man die marinen und Süßwasserformen der Gymnodinien überblickt, so wird man



Fig. 22. *Gymnodinium fuscum* (Ehrbg.) Stein. (Nach Stein.)



Fig. 23. *Gymnodinium heterostriatum* K. et Sw., Ventralansicht. (Nach Kofoid und Swezy.)

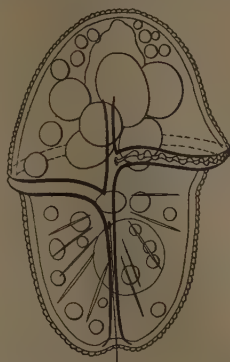


Fig. 24. *Gymnodinium pachydermatum* K. et Sw. Ventralansicht. (Nach Kofoid und Swezy.)

kaum umhin können, zu gestehen, daß, so groß auch die Versuchung bei Betrachtung nur der Süßwasserformen sein mag, für Formen, die irgendwelche besonderen Verhältnisse zeigen, eigene Gattungen aufzustellen, doch bei marinen Formen gelegentlich noch viel abweichendere Verhältnisse bekannt geworden sind, ohne daß man die Notwendigkeit empfand, auch hier eigene Gattungen zu schaffen. Im Gegenteil, z. B. »*Pyrocystis lunula*« ist auch nach Bekanntwerden des dazugehörigen Zeugungskreises der Schwärmer wegen bei *Gymnodinium* belassen, konsequenterweise dürfte es auch nicht möglich sein, die Gattungen *Cystodinium* und *Hypnodinium* zu erhalten. Ja, wir wissen nicht, ob nicht manche *Phytodinierae* auch nur Gymnodinien mit besonderer »Cysten«-Bildung darstellen, Klebs vermutete schon Ähnliches. Gewiß mag sich später, wenn die Tatsachen dazu zwingen, die Notwendigkeit ergeben, neue Peridineengruppen zu bilden, heute glaubt Verf. hiervon noch Abstand nehmen zu sollen. Es wird also geändert: *Gymnodinium cornifaz* (Schilling) (es handelt sich voraussichtlich nicht um ein *Glenodinium*) und *Gymnodinium Steini* (Klebs), dazu kommt *Gymnodinium Klebsi* n. nom. für *Hypnodinium sphaericum* Klebs (der Name *Gymnodinium sphaericum* ist bereits von Calkins für eine marine Form vergeben).

Etwa 100 Arten, nach Kofoid und Swezy (The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921) in drei Untergattungen gegliedert, doch wurden die besonderen Verhältnisse der Süßwasserformen wenig berücksichtigt.

Untergatt. I. *Gymnodinium* Kof. et Sw. Mit glatter Oberfläche. Typus: *G. fuscum* (Ehrbg.) Stein, siehe Fig. 22. Viele dieser Formen entbehren voraussichtlich der Hülle; manche haben die Eigenschaft, unter besonderen Umständen amöboid zu werden. Pseudopodien sind bei einigen beobachtet.

Untergatt. II. *Lineadinium* Kof. et Sw. Die dünne Pellicula ist parallel gestreift. Größere Formen. Typus: *G. heterostriatum* Kof. et Sw. Siehe Fig. 23.

Untergatt. III. *Pachydinium* Kof. et Sw. Pellicula dick, bildet meist eine deutliche Zone rund um den Körper; Oberfläche mit Riefen versehen oder glatt. Typus: *G. pachydermum* Kof. et Sw., siehe Fig. 24.

Anm.: An dieser Stelle sei auf den Zeugungskreis von *Gymnodinium lunula* Schütt hingewiesen. Das kugelige Stadium (früher „*Pyrocystis noctiluca* Murray“ genannt, siehe Fig. 25, 1) ist unähnlich einem *Gymnodinium*. Ein Plasmaschlauch liegt als dünner Wandbelag der Membran an und umschließt einen oder mehrere Safräume. Der Kern liegt ebenfalls nahe der Zellwand im Plasma, ist gewöhnlich an Plasmasträngen aufgehängt. Die Chromatophoren sind rundliche gelbe Plättchen. Nach Bildung einer Cystenmembran zieht sich das Plasma etwas von der Wandung zurück, und es setzt ein mitotischer Kernteilungsprozeß ein. Gewöhnlich teilt sich der Kern

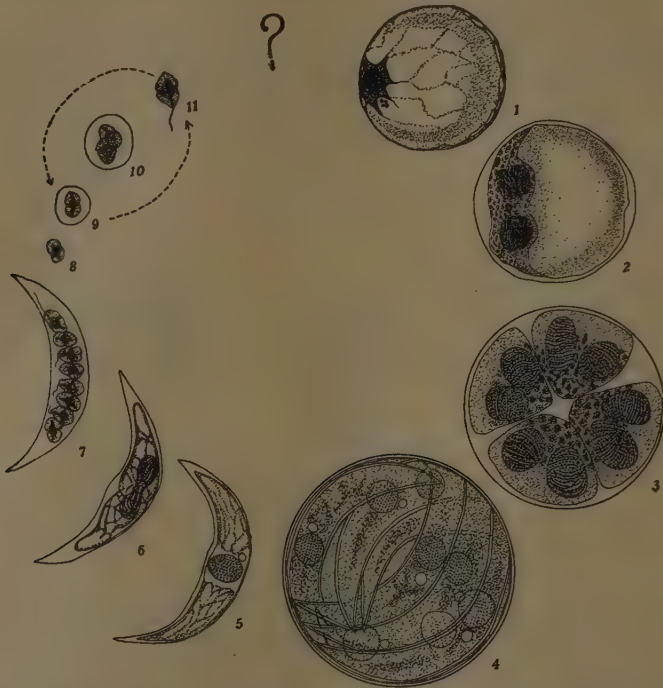


Fig. 25. *Gymnodinium boula* Schütt, Zeugungskreis. (1–7: „*Pyrocystis*-Stadium“; 8–11: *Gymnodinium*-Stadium). 1 Kugeliges Stadium. 2 Kernteilung desselben. 3 Kernteilung der Tochterzellen, 4 Bildung der halbmondförmigen Cysten (sekundäre Cysten-), 5 einzelne halbmondförmige Cyste, 6 Teilung des Inhaltes derselben, 7 fertige *Gymnodinien* in der Cyste, 8 ein *Gymnodinium*, 9 „tertiäre Cyste“ desselben, 10 Teilung innerhalb derselben. 11 ausgeschlüpftes Individuum. Der Zeugungskreis ist zwischen 11 und 1 unbekannt. (Aus Kofoid und Swezy nach Dogiel.)

zweimal, ehe das Plasma sich zur Teilung ansammelt (Fig. 25, 2). Es resultieren daher zunächst vier Tochterzellen. Die Kerne dieser Tochterzellen teilen sich nun aber wieder, so daß acht oder sechzehn weitere Tochterzellen entstehen. Letztere strecken sich und werden zu halbmondförmigen Cysten, die in der Hülle des ersten kugeligen Stadiums gefunden werden (Fig. 25, 4). Nun zerreißt die Hülle und die halbmondförmigen Cysten gelangen ins Freie (diese Cysten wurden früher als „*Pyrocystis lunula* Schütt“ bezeichnet). Im nächsten Stadium zieht sich das Plasma solcher Cysten von der Wand zurück und es setzt eine abermalige Kernteilung ein, die sich ein- oder zweimal wiederholen kann, so daß innerhalb der Cyste eine sehr verschiedene Anzahl von Teilungsprodukten entsteht (Fig. 25, 5–7). Diese Teilungsprodukte sind nun typische *Gymnodinien* mit Furchen und Geißeln („*Gymnodinium*-Stadium“), sie verlassen durch einen Riß die Cystenhaut und bilden die beweglichen Stadien des Lebenszyklus (Fig. 25, 8–11). Sie können sich teilen, encystieren sich dabei zuweilen auch wieder von neuem (Fig. 25, 9 u. 10). Welches Schicksal

sie aber schließlich erleiden, ist unbekannt. Konjugation wird weniger zwischen ihnen vermutet, als zwischen den (ersten) kugelligen Stadien.

Dieser Lebenszyklus ist wahrscheinlich von großer Bedeutung für die marinen Dinoflagellaten. Es wurden nämlich leicht erkennbare halbmondförmige Stadien auch von einer Reihe anderer Formen gefunden, ohne daß hier der Zusammenhang mit den betr. Ausgangsformen bisher sichergestellt werden konnte.

3. **Gyrodinium** Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5. Berkeley, 1921 (Syn.: *Peridinium* Stein, Der Organismus der Infusionstiere, 1883; *Gymnodinium* Stein [Ebendort]; *Glenodinium* Seligo, Unters. üb. Flagellaten. Cohn: Beiträge z. Biol. d. Pfl., Bd. 4, 1885; *Spirodinium* Schütt, in E. P., 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b, 1896, Seite 5; *Cochlodinium* Lohmann, Unters. z. F. d. vollst. G. d. Meer. a. Pl. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel, Bd. 10, 1908). — Die Querfurche besteht aus einer Windung, die nach links hinabsteigend ist (links drehend) d. h. auf der ventralen Seite links dem Vorderende am nächsten. Doch beträgt die Schraubenhöhe dieser Windung stets mehr als  $\frac{1}{3}$  der ganzen Körperlänge. Die Längsfurche beginnt meist am oder nahe dem Vorderende und geht bis zum hinteren Ende oder nahe demselben. Sie kann gerade verlaufen oder eine Drehung machen; selten beschreibt sie eine Schleife am hinteren Ende (*G. ochraceum* Kof. et Sw.; *G. intortum* Kof. et Sw.). Keine Nematocysten. Das Plasma kann farblos oder gefärbt sein (gelb und grün herrschen vor); Chromatophoren sind vorhanden oder fehlen (vier Süßwasserformen haben gelbbraune Chromatophoren). Manchmal findet sich auch Pigment. Bei den marinen Vertretern meist Pusulen, wie bei *Gymnodinium*. Stigma wohl nur bei zwei Süßwasserformen. Kern zentral oder nicht in der Mitte; Chromatin perlartig angeordnet. Kernumhüllung selten (bei *G. corallinum* Kof. et Sw. und bei *G. virgatum* Kof. et Sw.). Die Zelloberfläche ist glatt oder gestreift. Bei einigen Süßwasserformen Hüllen gesehen, die sich voraussichtlich von *Gymnodinium*-Hüllen nicht unterscheiden dürften. Auch bei *Gyrodinium* findet sich amöboide Beweglichkeit in einzelnen Fällen, so bei *G. vorticellae* (Stein) Lindem. und *G. hyalinum* (Schill.) Kof. et Sw. Hin und wieder sind bedeutende Gallerthbildungen beobachtet, so bei *G. caudatum* Kof. et Sw. (hier den halbmondförmigen Bildungen in der Gestalt etwa gleichend). Ernährung meist holozoisch, manchmal holophytisch (Süßwasser). Länge  $18\mu$  bis  $155\mu$ . Cysten bisher nur kugelig bis eiförmig mit dünner Membran gesehen. Die meisten Gyrodinien sind marine Formen; im Brack- und Süßwasser finden sich nur wenige. *G. Pascheri* (Suchl.) Lindem. Erreger von rotem Schnee oder Eis (Alpen). Küstenformen und ozeanische Arten.

Etwa 60 Arten, nach Kofoid und Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921, in zwei Untergattungen gegliedert:

Untergatt. I. *Gyrodinium* (sensu strictu) Kof. et Sw. Mit gestreifter Oberfläche. (Eine sehr dicke Pellicula, wie bei *Gymnodinium*, Untergattung III, gibt es hier nicht.) Typus: *G. spirale* (Bergh) Kof. et Sw., siehe Fig. 26.

Untergatt. II. *Laevigella* Kof. et Sw. Oberfläche glatt. Typus: *G. caudatum* Kof. et Sw.

4. **Cochlodinium** Schütt, Peridineen der Plankton-Expedition. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, 4. M. a. A. 1—170, 1895 (Syn.: *Gymnodinium* Schütt [Ebendort, teilweise]). — Zellen mindestens um  $1,5$  Umgänge ihres Körpers gedreht; diese Drehung ist Ursache, daß bei dieser Gattung (z. B. *C. augustum* Kof. et Sw. macht vier vollständige Drehungen!) die beiden Furchen eine Länge erreichen, wie sie sonst nicht wieder bei den Peridineen gefunden wird. Die Querfurche ist eine linksdrehende Schraube mit  $1,5$  oder mehr Umdrehungen, die Schraubenhöhe ist sehr groß. Auch die Längsfurche ist gedreht, sie macht  $0,5$  oder mehr Umdrehungen, ist am vorderen und hinteren Ende mit Schleifen ausgestattet oder entbehrt derselben. Keine Nematocysten. Das Plasma kann farblos oder gefärbt sein; Chromatophoren sind selten vorhanden. Manchmal findet sich Pigment. Zwei Pusulen, die durch einen Kanal verbunden sein können. Der Kern liegt zentral oder mehr nach hinten, selten nach vorne. Das Chromatin ist sehr deutlich perlartig angeordnet. Kernumhüllung nur bei *C. minutum* Kof. et Sw. und bei *C. strangulatum* Schütt gefunden. Die Zelloberfläche ist selten gestreift, meist glatt. Bedeutende Gallerthhöfe häufig (siehe Fig. 12). Wahrscheinlich sind alle Cochlodinien holozoisch; nur *C. geminatum* (Schütt) Schütt besitzt Chromatophoren. Länge  $27\mu$  bis  $200\mu$ . Cysten mit dünner Membran; auch Doppelcysten gefunden. Teilungsstadien innerhalb der Cysten (*C. pulchellum* Lebour). Selten herrscht die Tendenz

zur Koloniebildung vor (*C. catenatum* Okamura). Sämtliche Arten marin. Aus polaren und tropischen Meeren mit Sicherheit noch keine Vertreter bekannt; Schütt gibt leider keine Lokalitäten an.

Etwa 35 Arten, nach Kofoid und Swezy (The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921) in drei Untergattungen gegliedert:

Untergatt. I. *Cochlodinium* Kof. et Sw. Hierhin gehören die meisten Formen. Zelle nicht gebogen, Querfurche macht 1,5 bis 2 (selten 2,5) Umdrehungen. Typus: *C. strangulatum* Schütt, siehe Fig. 27. Diese Untergattung kann wieder in drei Untergruppen eingeteilt werden, je nach der Größe der Drehung des Körpers.

Untergatt. II. *Glyphodinium* Kof. et Sw. Zellen unsymmetrisch, rechts konvex, links konvex (vom Rücken gesehen). Querfurche macht 1,5–1,6 Umdrehungen. Typus: *C. cavatum* Kof. et Sw.

Untergatt. III. *Polydinium* Kof. et Sw. Körper in die Länge gestreckt (mehr als zwei Querdurchmesser lang), Querfurche macht mehr als drei Umdrehungen, Längsfurche mehr als zwei Umdrehungen. Typus: *C. augustum* Kof. et Sw., siehe Fig. 28. Diese Untergattung enthält nur zwei Arten; außer dem Typus noch *C. pulchellum* Leb.

5. **Torodinium** Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921 (Syn.: *Gymnodinium* Pouchet, Nouvelle contribution à l'histoire des Péridiniens marins. Jour. Anat. Physiolog., 21. 1885 [teil-



Fig. 26. *Gyrodinium spirale* (Bergh) K. et Sw. Ventralansicht. (Nach Schütt)



Fig. 27. *Cochlodinium strangulatum* Schütt. (Nach Schütt.)



Fig. 28. *Cochlodinium augustum* Kof. et Sw. Ventral. (Nach Kofoid und Swezy.)

weise)). — Zellen länglich; der vordere Teil der Zelle ist mehrere Male so lang, wie der hintere, so daß der hintere Teil gleich einem Konus dem vorderen Teile am hinteren Ende aufsitzt. Querfurche gering entwickelt, bildet eine linksdrehende Schraube von sehr kleiner Höhe; Längsfurche geht etwa 0,5mal um den Körper herum, beginnt an der Querfurche und läuft den ganzen Körper entlang bis nahe an das Vorderende. Quer- und Längsgeißel. Auffallende Organe sind die Rhabdosomen (blaßgrün bis gelb, stabförmig, bei *T. robustum* Kof. et Sw. auf der linken Seite der Zelle, bei *T. teredo* (Pouch.) Kof. et Sw. außerdem noch nahe dem Apex; diese Rhabdosomen sind auch als »Chromatophoren« beschrieben), die eine ansehnliche Länge (bei *T. robustum* halb so lang wie die ganze Zelle) erreichen. Bei *T. teredo* sind sie kürzer. Das Plasma dieser Form ist meist farblos, dagegen ist *T. robustum* blaßgrün gefärbt. Pusule nur in der Einzahl. Kern sehr lang, schwach sichtbar, mit spiralig gedrehten Chromatinfäden. Die Zelloberfläche ist glatt. Länge 67  $\mu$  bis 113  $\mu$ . Marin.

2 Arten bekannt. *T. teredo* (Pouchet) Kof. et Sw., siehe Fig. 29. (Schütt beschreibt *T. robustum* unter dem Namen »*Gymnodinium teredo*«, unterscheidet beide Arten nicht.)

## Polykrikaceae Lindem., n. nom.

Syn.: *Polykrikidae* Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921.

*Gymnodinales*, die dauernd koloniebildend sind. Zwei, vier oder acht Zellen bilden eine Kette, wobei jede Zelle ein *Gymnodinium* repräsentiert. Querfurchen mit einem Umgang, schwach linksdrehend. Die Längsfurchen fließen in eine Linie zusammen, welche

bis nahe an die beiden Enden reicht. Stigma, Ocellus, Tentakel fehlend; Plasma gefärbt ohne Pigment. Nematocysten sind vorhanden. Marin. Eine Gattung.

**Polykrikos** Bütschli, Einiges über Infusorien. Arch. mikr. Anat., 9, 1873; »Dinoflagellata« in »Protozoa« (1880—89), in Bronn, »Klass. u. Ordn. d. Tierreichs«, 1, 1885. — Zwei, vier oder acht Zellen bilden eine Kette; jedes Einzelindividuum gleicht einem *Gymnodinium*, unterscheidet sich nur durch die Anwesenheit der Nematocysten. Die Längsfurchen der Zellen vereinigen sich zu einer gemeinsamen Rinne, welche bis nahe an die beiden Enden reicht. Daher sind auch alle Einzelzellen gleich orientiert, eine Drehung des Körpers ist nicht vorhanden. Jede Einzelzelle mit Quer- und Längsgeißel. Nematocysten sind vorhanden. Das Plasma kann farblos oder gefärbt sein (es ist möglich, daß Plasmafarben auch von gefressenen Organismen herrühren); Chromatophoren sind nicht gefunden (bei *P. Lebourae* Herdm. unsicher). Kein Pigment. Es sind in einer Kolonie weniger Kerne vorhanden, als Individuen da sind; gewöhnlich herrscht

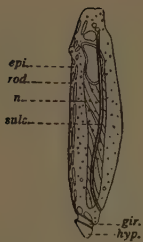


Fig. 29. *Torodinium tere do* (Pouch.) Kof. et Sw. *epi.* Vorderer Teil, *hyp.* hinterer Teil der Zelle, *gir.* Querfurche, *n* Kern, *sulc.* Längsfurche, *rod.* Rhabdosomen. (Nach Schütt aus Kofoid und Swezy.)

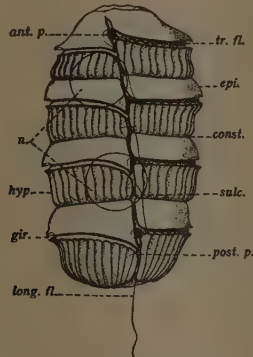


Fig. 30. *Polykrikos Kofoidi* Chatton. Ventralansicht einer Kolonie von vier Zellen. *ant. p.* Vordere, *post. p.* hintere Pore, *tr. fl.* Quergeißel, *long. fl.* Längsgeißel, *epi.* vorderer Teil der zweiten Zelle, *hyp.* hinterer Teil der dritten Zelle, *const.* Grenze zweier Zellen, *gir.* Querfurche, *sulc.* Längsfurche, *n.* Kerne. (Nach Kofoid.)



Fig. 31. *Pavillardia tentaculifera* K. et Sw. (Nach Kofoid und Swezy.)

das Verhältnis 1 zu 2. Das Chromatin ist perlartig angeordnet. Kernumhüllungen nicht gefunden. Ernährung holozoisch, zahlreiche gefressene Organismen im Innern (so frißt *P. Kofoidi* Chatton auch andere Dinoflagellaten, wie *Gonyaulax*, *Peridinium* und *Diplopsalis*). Länge einzelner Kettenglieder  $15\mu$  bis  $45\mu$ ; der Kolonie von vier Einzelzellen meist über  $100\mu$  bis  $215\mu$ . (Nur *P. Lebourae* kleiner, Kolonie von etwa 8 Zellen ungefähr  $60\mu$ .) Die Teilung geschieht in der Weise, daß neue Querfurchen zwischen den schon existierenden angelegt werden, gleichzeitig teilen sich die Kerne. Auch ganze Kolonien werden als solche abgetrennt. Es entstehen Kolonien von 4, 8 und 16 Zellen. Sämtliche Arten marin. (In der Nordsee und dem Skagerack auch in der kalten Jahreszeit.)

3 Arten. *P. Kofoidi* Chatton, siehe Fig. 30. (*P. Lebourae* Herdm. enthält keine Nematocysten.)

## Noctilucaceae Lindem., n. nom.

Syn.: *Noctilucidae* Saville-Kent, A manual of the Infusoria, 1, 1—472; 2, 473—913; 3, pls. 1—50, London, 1880/82.

*Gymnodiniales*, welche einen ± beweglichen Tentakel tragen; dieser entspringt in der Furchenregion und ist nach hinten gerichtet. Kein Ocellus. Diese Kennzeichen treten bei *Noctiluca* in der großen kugelförmigen Form nicht so deutlich hervor, indessen sehen wir sie gut an den kleineren *Gymnodinium*-artigen Schwärmern. Marin.

### Einteilung der Familie.

- A. Quer- und Längsfurche wie bei *Gymnodinium* dauernd vorhanden; es findet sich Pigment, welches rötlich-orange aussieht . . . . . 1. **Pavillardia**.  
 B. Nur die Schwärmer *Gymnodinium*-ähnlich, Zellen als große kugelige Gallertkörper mit langem Tentakel ausgebildet . . . . . 2. **Noctiluca**.

1. **Pavillardia** Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921. — Zellen länglich-eiförmig, mit fingergleichem beweglichen Tentakel am Hinterende, der nach hinten gerichtet ist. Dieser Tentakel ist leuchtend rotbraun gefärbt und sehr auffallend, während der Körper selbst einen bleichgelben Ton aufweist. Die Quersfurche ist eine linksdrehende Schraube, ähnlich wie bei *Gyrodinium*; ihre Schraubenhöhe beträgt etwa 0,3 der Körperlänge. Längsfurche etwas eingesenkt. Quer- und Längsgeißel, doch fehlt letztere meistens. Eine kleine konische Pusule. Keine Chromatophoren gefunden. Kern groß, dicke Chromatinfäden. Zelloberfläche leicht gestreift. Körper etwas metabolisch (pathologisch?). Länge 58  $\mu$ . Marin.

Nur 1 Art: *P. tentaculifera* Kof. et Sw., siehe Fig. 31.

2. **Noctiluca** Suriray, nach J. B. Lamarck, Histoire naturelle des animaux . . . Paris, 1816 (Syn.: *Gleba* Bruguière, Tableau encycl. et méthod. d. tr. regn. d. l. nature, Paris [Pancoucke], 1791; *Medusa* Macartney, Obs. up. lum. anim. Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1810; *Slabberia* Oken, Lehrb. d. Naturgesch., 1815; *Mammaria* Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres. Neue Beob. . . ., Abh. Akad. Wiss. Berlin, 1834). — Ältere Namen für *Noctiluca* sind *Nereis*?, *Medusa*, *Gleba*, *Slabberia*, *Physematium*?; nach Feststellung der Synonymik muß die Form heute aber »*Noctiluca scintillans* (Macartney) Suriray« bezeichnet werden. Die Organisation der *Noctiluca* zeigt nur noch wenig Übereinstimmung mit derjenigen der Dinoflagellaten, nur die Schwärmer erscheinen ursprünglicher; *Noctiluca* ist daher erst in jüngster Zeit mit den Dinoflagellaten vereinigt. Der Zellkörper des ausgewachsenen Organismus ist etwa kugelig bis (von der Rückenseite gesehen) nierenförmig (siehe Fig. 32). Ein Rest der Quersfurche befindet sich nach Kofoid und Swezy in der Mundtasche neben dem Ansatz der Längsgeißel und dem »Zahn« (Quergerißel?). Die Längsfurche ist zu der großen Mundtasche geworden, in deren hinterem Ende der lange quergestreifte Greiftentakel (»Bandgeißel«, das wichtigste Organ der *Noctiluca*) entspringt, das vordere Ende dieser Tasche bezeichnet etwa das morphologische Vorderende der ganzen Zelle. Im Grunde der Mundtasche befindet sich das Cytostom (spaltförmige »Mundöffnung«), neben ihm der erwähnte »Zahn«. Letzterem benachbart liegt auch die wie gewöhnlich geformte, kurze Längsgeißel, welche aber ihre ursprüngliche Funktion, nämlich den Körper zu bewegen, eingebüßt hat (sie ist oft übersehen oder geht häufig verloren). In der Nähe des Vorderendes der Mundtasche ist die »Lippe« zu suchen. Ein eigenartiges Organ ist ferner das »Staborgan« (»Stabplatte« nach Stein); ein stark verdickter Teil der Zellmembran, welcher beim Häuten mit der Membran abgeworfen wird. Dieses Häuten wird durch die geringste Reizung oder äußere Verletzung herbeigeführt, lebenswichtige Organellen (Tentakel, Peristom, Flagellum) werden hierbei nicht abgeworfen. Im Innern des Körpers, der »Mundöffnung« angelagert, befindet sich die Hauptmasse des Protoplasmas, welches sich in Strängen nach der äußeren Körperwand, einer derberen Membran, fortsetzt. Hier, im zentralen Protoplasma, liegt der Zellkern, der dem der Dinoflagellaten entspricht (s. a. u. »Cytologie«). Chromatophoren sind nicht vorhanden; holozoische Ernährung. *Noctiluca* gilt als »Allesfresser«, ergreift nicht nur Protisten (meist pflanzliche Organismen, besonders Diatomeen, aber auch Dinoflagellaten, wie *Peridinium*, *Gonyaulax*), sondern auch kleine Metazoen, Larven usw. Pouchet ernährte *Noctiluca* mit gekochtem Eigelb. Als Produkte des Stoffwechsels finden sich fettartige Stoffe, und man muß z. Z. annehmen, daß die Oxydation solcher Stoffe das Leuchten hervorbringt. Bei schwacher Vergrößerung oder durch Reflexion kann dieses Leuchten diffus erscheinen, in Wirklichkeit leuchten aber nur Punkte, vor allem der Oberfläche, aber auch im inneren Protoplasma. Das Leuchten soll nur auf Reize hin eintreten, es ist blitzartig, nur das »Todesleuchten« (s. a. u. »Lichtproduktion«) dauert länger an. Betr. die Anwesenheit von Mitochondria siehe: Causey, Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 28, Nr. 12, 1926. Die Fortpflanzung erfolgt gewöhnlich durch Teilung. Hierbei werden zuerst Peristom, Längsgeißel, Zahn und zu-

letzt der Greiftentakel rückgebildet und es resultiert das »Ruhestadium« d. i. ein kugelförmiges Individuum mit Zentralplasma und Kern (Auch nach erfolgter Kernteilung wird solch ein »Ruhestadium« angetroffen). Bei der Kernteilung ist auch die »Sphaere« (s. u. »Cytologie«) im Leben zu sehen. Nach Beginn der Plasmaeinschnürung finden wir das »Biskuitstadium«, welches bald durch weitere Durchteilung des Plasmas und Freiwerden der Tochterindividuen beendet wird. Es ergeben sich Besonderheiten, indem die Teilung weitgehend rückgängig gemacht werden kann, d. h., bei der Kultur im hängenden Tropfen tritt Plasmaverschmelzung der Tochterindividuen ein, aber die Kerne vereinigen sich nicht. Die Angaben über Kopulation sind daher (nach Pr a t j e) wohl irrtümlich. Auch die Funde von »Doppelindividuen« sind als unvollständige bzw. rückgängig gemachte Teilungen zu erklären. Bei der Schwärmerbildung teilen sich Kern und Sphaere oftmals, so daß schließlich bis über 500 dinoflagellatenartige Gebilde entstehen (siehe Fig. 33). Eigenartig ist, daß die Masse der Schwärmer immer kalottenartig auf der Oberfläche des sonst nur noch mit Zellflüssigkeit angefüllten bläschenförmigen Organismus



Fig. 32. *Noctiluca scintillans* (Mac.) Sur. Linke Seitenansicht. o. p. Mundtasche. (Nach Allman aus Kofoid und Swezy.)



Fig. 33. *Noctiluca scintillans* (Mac.) Sur. Schwärmer. Nur selten ist der seitlich sichtbare Fortsatz angetroffen. (Nach Prati.)



Fig. 34. *Protopsis nigra* (Pouch.) Kof. et Sw. (Nach Pouchet aus Kofoid und Swezy.)

aufsitzt (»Knospene«), ja, sogar mit der Hülle abgeworfen werden kann (»Loslösung« der Knospenscheibe). Der Mutterkörper geht zugrunde. Die Kernteilungen innerhalb der Knospen erfolgen meist unregelmäßig, nur zuerst synchron. Daher gleicht die Knospenzahl nicht immer einem einfachen Vielfachen von 2 (etwa 32, 64 u. s. w. bis 256 oder 512). Die Schwärmer (siehe Fig. 33) haben eine Länge von  $15\mu$  bis  $23\mu$ ; der »Kopfteil« (vordere Körperhälfte) ist kleiner als die hintere Hälfte, eine vollständige Querrfurche ist vorhanden, aber die Quergeißel fehlt. Die Längsgeißel ist etwa  $3\frac{1}{2}$  bis 4mal so lang wie die ganze Zelle, sie entspringt an der Querrfurche auf der Bauchseite. In seltenen Fällen sollen allerdings auch zwei Geißeln vorhanden sein, sowie ein zapfenartiger Fortsatz (»Stachel«) (Fig. 33). Es ist heute nicht zu entscheiden, ob es sich hier um Abnormitäten, verschiedene Entwicklungsstadien oder gar um verschiedene Schwärmerarten handelt. Auch Schwärmer können teilweise ineinanderfließen, eine Kopulation ist nicht beobachtet. Das endgültige Schicksal der Schwärmer ist nicht bekannt. Die Farbe der ausgebildeten Noctiluken wird mit blaugrünlich, manchmal in der zentralen Masse gelblich, angegeben, doch sind sie oft farblos. Zu gewissen Jahreszeiten treten sie zahlreich auf, bei ruhigem Wetter sammeln sie sich besonders an der Meeresoberfläche, es scheint aber, daß sie keine aktiven Schwimmbewegungen ausführen, sondern, durch ihr spezifisches Gewicht leicht, passiv im Meere flottieren. Länge der ausgebildeten Organismen 1 bis  $1,5$ , selten 2 mm. Marin, kosmopolitisch.

Nur 1 Art: *N. scintillans* (Mac.) Sur., siehe Fig. 32. Schwärmer (»Zoospore«), siehe Fig. 33.

**Literatur:** *Noctiluca* ist ein vieluntersuchtes Objekt. Die ältere Literatur ist seinerzeit von Bütschli (Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, 1885) zusammengestellt worden. Plate (1889) glaubt Konjugation feststellen zu müssen, Pouchet's Zusammenfassung erschien 1890 (nachdem zwei Arbeiten 1888 und 1889 vorangegangen waren), ferner sind zu nennen Massart (1893), Aurivillius (1898), Weitlaner (1902), Fauré-Fremiet (1910), Ishikawa (1891, 94 und 99), Calkins (1899), Doflein (1900), van Goor (1917 und 18) und Pratje (1921). Die letzte Arbeit, der sich zwei andere desselben Verfassers anschließen, ist vielleicht am erschöpfendsten; hier ist auch die ganze *Noctiluca*-Literatur mit 70 Nummern zusammengestellt (Arch. f. Protistenkde, Bd. 42, Heft 1).

**Anhang:** *Noctiluca* ist bisher mit den Gattungen *Leptodiscus* R. Hertwig und *Craspedotella* Kofoid in die Gruppe der Cystoflagellaten<sup>1)</sup> gestellt worden. Kofoid und Swezy bringen die letzten beiden Gattungen, welche also heute noch zu den Cystoflagellaten zu rechnen sind, in eine den Dinoflagellaten parallel laufende Unterklasse (*„Cystoflagellatae“* [Haeckel], emend. Kof. et Sw.), sprechen aber gleichzeitig (wenigstens für *Leptodiscus*) von der Wahrscheinlichkeit, daß auch bei dieser Form, welche bisher nur in einem Stadium ihres Lebens bekannt ist, in Zukunft noch Dinoflagellaten-Schwärmer gefunden werden. Jedenfalls ist die systematische Stellung der *Cystoflagellata* (Haeckel), z. Z. völlig unsicher; sie mögen hier im Anhang behandelt werden, weil es immerhin noch fraglich ist, ob sie zu den Dinoflagellaten gehören.

1. *Leptodiscus medusoides* R. Hertwig, Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft, Bd. 11, N. F., Bd. 4, Jena, 1877. — *Leptodiscus* kommt im Oberflächenwasser des Hafens von Messina (häufig, auch im Winter) vor und ist so empfindlich, daß man den Organismus nur durch Schöpfen unversehrt erhält. Der Körper ist eine gallertige Scheibe von 0,6—1,5 mm Durchmesser. Diese Scheibe ist in der Mitte am dicksten, der dünnere Rand ist etwas nach unten gewölbt, so daß eine uhrglasartige Form entsteht. Bis auf einen weißlichen Punkt in der Mitte ist der Organismus völlig durchsichtig; er erinnert sehr an Medusen, bewegt sich auch ähnlich. Protoplasmakörper von einer Membran bedeckt. Eine zentrale Anhäufung von Protoplasma (welche den Kern enthält), von derselben verbreitet dieses sich netzförmig auf der unteren Fläche der Scheibe. Cytostom-Kanal mündet auf der konvexen Seite, dort findet sich auch ein Geißelkanal mit kurzer Geißel, deren Funktion unbekannt. Die Geißel ist nicht quergestreift, überall gleich dick. Kontraktile Zellelemente auf der unteren Fläche der Scheibe wahrscheinlich. Fortpflanzung nicht sicher bekannt.

Nur 1 Art.

2. *Craspedotella pleolus* Kofoid, Bull. of the Museum of Comparative Zoology, Harvard Coll., Vol. XLVI, 1904—06. — *Craspedotella* hat Ähnlichkeit mit einer craspedoten Meduse. Dieser Organismus wurde zuerst auf der »Eastern Pacific Expedition« (*„Albatroß“*, 1904/05) bei Station 4730 (etwa zwischen den Galapagos Inseln und Mangarewa) gefunden, später dann auch an der Kalifornischen Küste. Er hat die Gestalt einer niedrigen Glocke mit abgeschrägtem Band an der Basis, am Grunde dieses Bandes ragt nach innen zu das kreisförmige, breite Velum in die Glocke horizontal hinein. Durchmesser sehr klein: etwa 0,15—0,18 mm. Zentral liegt der Hauptteil des vakuolisierten Protoplasmas; kleiner Kern, große flüssigkeiterfüllte Vakuole, kleinere Nahrungsvakuolen. Der Kanal des Cytostoms öffnet sich auf der Unter-(Innen-)Seite der Glocke (Unterschied von *Leptodiscus*), wohingegen der Geißelkanal zwischen der höchsten Stelle der konvexen Seite und dem schrägen Band, also auf der Außenseite (wie bei *Leptodiscus*) mündet. Bewegung ähnlich der einer Meduse, kontraktile Zellelemente wohl vorhanden (gut markierte radiale Streifen am schrägen Band). Fortpflanzung unbekannt.

Nur 1 Art.

<sup>1)</sup> Über zwei weitere Cystoflagellaten siehe: Lo Bianco 1903 (*Agrosphaera pellucida*) und Mingazzini 1904 (*Radiozoon lobatum*). Beide Arbeiten italienisch geschrieben.

## Warnowiaceae Lindem., n. nom.

(Da der Name »*Pouchetia*« schon vergeben ist [siehe bei *Warnowia*<sup>1)</sup>], so ist eine neue Bezeichnung auch für die Familie nötig.)

Syn.: *Pouchetiidae* Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921.

*Gymnodiniales* mit einem Ocellus, welcher in den meisten Fällen an der linken Seite des Längsfurchenteiles gelegen ist, der ventral von den beiden Enden der Quersfurche begrenzt wird. Dieser Ocellus besteht aus einem farblosen Linsenapparat und einem (schwarzen oder roten) Pigmentkörper. Der letztere ist oft amöboid und gewöhnlich differenziert in eine zentrale, rote, braune oder gelbe sensitive Zone. Quer- und Längsfurche können eine beträchtliche Drehung anzeigen; letztere oft mit Schleifen am vorderen und hinteren Ende. Nematocysten nur bei *Nematodinium*; Tentakel bei *Proterothropsis* und *Erythropsis*. Pusulen oft vorhanden. Plasma oft hochgefärbt. Kern oft im Vorderende, mit oder ohne Umhüllung. Zelloberfläche selten mit Längsstreifung. Cystenbildung häufig. Länge 32  $\mu$  bis 141  $\mu$ . Alle Gattungen marin, meist aus dem Warmwasser.

### Einteilung der Familie.

- A. *Gymnodinium*- oder *Gyrodinium*-ähnlich; vorderer und hinterer Teil des Körpers etwa gleich groß, dabei die ganze Zelle ohne Drehung . . . . . 1. **Protopsis**.
- B. Zelle etwas bis sehr stark gedreht.
  - a. mit Nematocysten . . . . . 2. **Nematodinium**.
  - b. ohne Nematocysten.
    - α. ohne Tentakel . . . . . 3. **Warnowia**.
    - β. mit Tentakel.
      - I. vorderer und hinterer Teil des Körpers etwa gleich groß, dabei die ganze Zelle gedreht . . . . . 4. **Proterothropsis**.
      - II. vorderer Teil der Zelle kleiner als der hintere, dabei abgeflacht . . . . . 5. **Erythropsis**.

1. **Protopsis** Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921 (Syn.: *Gymnodinium* Pouchet, Qu. Contr. à l'hist. d. Périod. Journ. Anat. Physiol. Tome 23, 1887; *Pouchetia* Lemmermann, Erg. e. Reise n. d. Pacific; Abh. nat. Verein Bremen, Bd. 16, 1899). — *Warnowiaceae* mit Quer- und Längsfurche vom *Gymnodinium*- oder *Gyrodinium*-Typus. Ocellus einfach oder zusammengesetzt; schwarzes Pigment bei *P. nigra* amöboid, bei *P. ochrea* gelappt. Kein Tentakel, keine Schleifen der Längsfurche am vorderen und hinteren Ende der Zelle, keine Drehung des Körpers. Die Quersfurche geht nur einmal um die Zelle. Pusulen anscheinend nicht gefunden. Chromatophoren werden nur bei *P. ochrea* angegeben. Kern mit parallelen perlartigen Chromatinlinien. Länge 50  $\mu$  bis 75  $\mu$ . Marin.

4 Arten, *P. nigra* (Pouchet) Kof. et Sw. (= *Gymnodinium polyphemus* var. *nigrum* Pouchet), siehe Fig. 34. *P. ochrea* (Wright) Kof. et Sw. nur in Teilung abgebildet.

2. **Nematodinium** Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921 (Syn.: *Pouchetia* Dogiel, Beitr. z. K. d. Peridineen, Mitt. Zool. St. Neapel, Bd. 18, 1906). — *Warnowiaceae* mit zahlreichen Nematocysten, wie sie sonst nur noch bei Polykrikos gefunden werden. Der Ocellus ist weit nach hinten gerückt. Die Quersfurche macht mehr als eine Umdrehung (meist wenigstens 1,5 Umdrehungen), entsprechend ist die Längsfurche um 0,75 Umdrehungen oder mehr gedreht. Bei letzterer findet sich noch eine Enddrehung auf der dorsalen Seite des Hinterendes. Eine Pusule ist nur bei *N. armatum* (Dogiel) Kof. et Sw. angegeben; zwei dunkelgelbe Chromatophoren bei *N. torpedo* Kof. et Sw. Der Ocellus ist einfach oder zusammengesetzt. Kern mehr nach vorne gelegen, mit meist spiralig angeordneten perlartigen Chromatinlinien. Die Farbe der Zellen ist sehr veränderlich. Ernährung holozisch. Länge 28  $\mu$  bis 100  $\mu$ . Marin

8 Arten, *N. partitum* Kof. et Sw., siehe Fig. 35. Lebour fand eine kleinere Form von *N. armatum* (Dogiel) Kof. et Sw. (28  $\mu$  bis 50  $\mu$ ) und zweifelt an ihrer Identität mit der größeren von der Californischen Küste; sie trennt jedoch beide Formen nicht.

1) Nach gütiger Mitteilung des Herrn Prof. H.arms - Dahlem.

3. **Warnovia** Lindemann n. nom. Diese Gattung mußte neu benannt werden, da der Name »*Pouchetia*« bereits eine gültige Gattung der Rubiaceen bezeichnet. Siehe: A. Richard, Mém. Soc. hist. nat. Paris, V, 1830 (Syn.: *Gymnodinium* Pouchet, Trois. Contr. à l'hist. d. Périod. Journ. Anat. Physiol., Bd. 21, 1885; *Pouchetia* Schütt, Peridineen der Plankton-Expedition. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, 4. M. a. A. 1—170, 1895). — *Warnowiaceae*, deren Ocellus meist an der linken Seite des Längsfurchenteiles gelegen ist, der ventral von den beiden Enden der Querfurche begrenzt wird. Kein hinterer Tentakel. Querfurche eine linksdrehende Schraubenlinie mit 1,15 bis zu 2 Umdrehungen; Längsfurche ebenfalls eine linksdrehende Schraube von 0,25 bis 1,75 Umgängen, ihre Schleife am Vorderende mit 0 bis 1,5 Umdrehungen, am Hinterende manchmal bis 1 Umdrehung. Hierdurch wird *Warnovia* ähnlich *Cochlodinium* (beide etwa gleich gedreht), mit dem Unterschied, daß die Endscheifen der Längsfurche bei der letzteren Form kaum eine halbe Umdrehung erreichen, während bei *Warnovia* diese Schleifen eine oder 1,5 Umgänge machen können. Es gibt aber auch Formen von *Warnovia*, die gar keine Endscheifen besitzen (z. B. *W. fusus* [Schütt] Lindem.). Furchendrehung und Körperdrehung entsprechen sich. Im Ocellus kommen Linsen

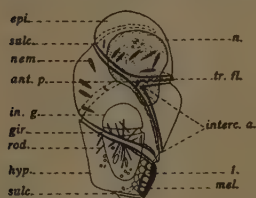


Fig. 35. *Nematodinium partitum* Kof. et Sw. epi. Vorderer Teil, hyp. hinterer Teil der Zelle, gir. Querfurche, sulc. Längsfurche, tr. fl. Quergeißel, interc. a. Zwischenfurchenteil der Zelle, ant. p. Pore, in. g. gefressenes *Gymnodinium*, i. Linse, mel. Pigmentmasse, n. Kern, nem. Nematocysten, rod. Stäbchen (rodlets nach Kofoid). (Nach Kofoid und Swezy.)



Fig. 36. *Warnovia fusus* (Schütt) Lindem. (Nach Schütt aus Kofoid und Swezy.)



Fig. 37. *Warnovia violescens* (Kof. et Sw.) Lindem. (Nach Kofoid und Swezy.)

vor, die hyalin, aus Lamellen zusammengesetzt sind, oder aus segmentalen, »zusammengepreßten« Teilen bestehen. Pigmentmassen rot oder schwarz; zentrale Zone farblos, rot, braun oder gelb. Pusulen manchmal vorhanden. Keine Nematocysten. Das Plasma kann alle Farben zeigen, so sind *W. rubescens* (Kof. et Sw.) Lindem., *W. purpurescens* (Kof. et Sw.) Lindem. und *W. purpurata* (Kof. et Sw.) Lindem. hellrot gefärbt, *W. maculata* (Kof. et Sw.) Lindem. zeigt schwarze Granula, *W. violescens* (Kof. et Sw.) Lindem. eine bläuliche Zeichnung. *W. alba* (Kof. et Sw.) Lindem. ist gelblich u. s. f. Chromatophoren nicht mit Sicherheit gefunden; es ist also fraglich, ob auch holophytische Ernährung vorkommt (*W. parva* [Lohmann] Lindem.). Kern gewöhnlich vor dem Ocellus; Kernumhüllung manchmal vorhanden, perlartige, sehr deutliche Chromatinfäden. Zelloberfläche selten gestreift. Die Ernährung ist wahrscheinlich stets holozoisch; daher ist der Körper metabolisch, Nahrungsvakuolen überall im Plasma. Eigenartig ist die protoplasmatische Einfassung am hinteren Ende bei *W. maxima* (Kof. et Sw.) Lindem., durch welche unverdaute Nahrungsreste ausgestoßen werden. Länge 32  $\mu$  bis 141  $\mu$ . Cysten in dünner Membran häufig. Marin, vor allem in wärmeren Meeresteilen.

20 Arten, nach Kofoid und Swezy (The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921) in zwei Untergattungen gegliedert, die aber umzubenennen sind.

Untergatt. I. *Warnovia* Lindemann (Syn.: *Pouchetia* Kof. et Sw.). Die Linse des Ocellus besteht aus zwei oder mehr Teilen, welche in einer Reihe angeordnet sind. Pigment (Melanosom) in der Form eines diffusen Netzwerkes von unverreinigten kugelförmigen Körpern. Typus: *W. fusus* (Schütt) Lindem., siehe Fig. 36.

Untergatt. II. *Warnoviella* Lindemann (Syn.: *Pouchetiella* Kof. et Sw.). Die Linse des Ocellus besteht aus einem einzigen Teile, sie ist kugelig (oft aus Lamellen gebildet) oder zu-

sammengesetzt aus eng aneinander schließenden Segmenten (dann manchmal länglich). Pigment (Melanosom) dicht, keine dicken Pseudopodien aussendend und nicht in kugelige Körper geteilt, dicht an der Basis der Linse liegend und gewöhnlich eine zentrale sensible Zone enthaltend, die rot oder braun aussehen kann. Typus: *W. violescens* (Kof. et Sw.), siehe Fig. 37.

4. **Proterythropsis** Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921. — Die Querfurche nimmt die Mitte des Körpers ein (Unterschied von Erythropsis); ein kurzer, dicker Tentakel (rudimentär) ist in der Nähe des Hinterendes vorhanden (Unterschied von *Warnovia*), am Grunde dieses Tentakels ist der Zellkörper nicht eingebuchtet. Zelle eiförmig gestaltet; Querfurche linksdrehend, mit 1,2 Umgängen. Längsfurche 0,3 bis 0,5 Umdrehungen.



Fig. 39. *Erythropsis cornuta* (Schütt) Kof. et Sw. Ventralansicht, Tentakel lang ausgestreckt. (Nach Kofoid und Swezy.)



Fig. 38. *Proterythropsis crassicaudata* Kof. et Sw., von der rechten Seite. (Nach Kofoid und Swezy.)

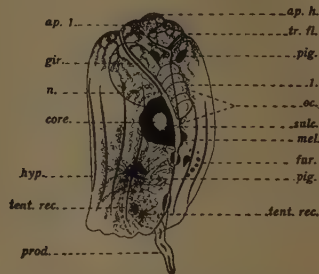


Fig. 40. *Erythropsis scarlatina* Kof. et Sw. ap. h. Apikalhorn, ap. l. apikale Furchenschleife, gir. Querfurche, sulc. Längsfurche, tr. fl. Quer-geißel, fur. Furchen, pig. Pigment, l. Linse, oc. Ocellus, mel. Melanosom, core zentrale Zone des Pigmentkörpers, n. Kern, hyp. unterer Körperteil, prod. Tentakel, tent. rec. Höhle für den zurückgezogenen Tentakel. (Nach Kofoid und Swezy.)

Ocellus hinten, mit länglicher (segmentierter oder konzentrisch geschichteter) Linse, roter bis schwarzer Pigmentmasse (roter oder gelber zentraler Zone). Eine vordere Pusule bei *P. crassicaudata*. Keine Chromatophoren. Kern groß, eiförmig, mehr nach vorne; perlartige Chromatinfäden. Die Zelloberfläche ist nicht gestreift. Länge  $38\mu$  bis  $70\mu$ .

2 Arten, *P. crassicaudata* Kof. et Sw., siehe Fig. 38. (Nur ein einziges Exemplar an der Californischen Küste gefunden.) *P. vigilans* Marshall, englische Küste.

5. **Erythropsis** Hertwig, *Erythropsis agilis*: eine neue Protozoe. Morph. Jahrb. 10, 1884 (Syn.: *Spastostyla* Vogt, Über *Erythropsis agilis* R. Hertwig, Zoolog. Anz. 8, 153, 1885, teilweise; *Pouchetia* Schütt, Peridineen der Plankton-Expedition. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, 4, M. a. A., 1895, teilweise). — *Warnowiaceae* mit abgeplatteten vorderen Körperteile, welcher nur höchstens 0,25mal so groß ist, wie der hintere Körperteil. Am abgeplatteten Vorderende kann ein kurzes gebogenes Horn sich befinden. Ocellus sehr groß, aus einer oder mehreren Linsen zusammengesetzt mit

rotem, bräunlichem oder schwarzem Pigmentkörper. Zentrale Zone des letzteren rot, braun oder gelb. Meist ist der Ocellus an der linken Seite des Längsfurchenteiles gelegen, der ventral von den beiden Enden der Querfurche begrenzt wird; er ist nach dem vorderen Ende der Zellen verschoben und nach außen hervorragend (auch größer als bei *Warnowia*). Die Zelle erscheint bei *Erythropsis* hoch spezialisiert. Es ist möglich, daß sie durch Reduktion aus stark gedrehten Formen, wie z. B. *Warnowia*, entstanden ist. Die Querfurche macht gewöhnlich nur etwa eine Umdrehung (stets?, siehe *E. cochlea* [Schütt] Kof. et Sw.), biegt ventral sehr oft plötzlich nach hinten um. Im allgemeinen ist sie horizontal angeordnet, wenn sie auch eine deutlich linksdrehende Schraube darstellt. Die Längsfurche erscheint nicht gedreht, sie endet hinten in eine geräumige, tiefe Einbuchtung, in welcher der nach hinten (selten etwas ventral) gerichtete Tentakel entspringt. Dieser Tentakel ist ein sehr auffallendes Organ, welches bei *E. cornuta* (Schütt) Kof. et Sw. zweimal so lang wird, wie der ganze Körper (er kann viermal so lang wie die Zelle werden, wenn er ganz ausgedehnt ist). Dieser Tentakel kann stark eingezogen werden und befindet sich in unauffälligen rhythmischen Kontraktionen. Am Ende ist er geköpft oder besitzt ein Stilet; beides kann aber auch nicht realisiert sein. Eine Längsgeißel kann neben dem Tentakel noch vorhanden sein, geht aber meist verloren. Plasma homogen und durchscheinend. Chromatophoren sind nicht vorhanden. Pusulen sind in der Zweizahl anwesend. Melanosomen und rotes Pigment (*E. scarlatina* Kof et Sw.). Kern elliptisch, während des Lebens ist das Chromatin nicht sehr deutlich. Manchmal findet sich eine Kernumhüllung. Die ganze Zelle ist recht formbeständig; auf der Oberfläche eine deutliche Pellicula, welche außen nicht gestreift ist. Ernährung augenscheinlich holozoisch, doch wurden Nahrungspartikel im Innern der Zellen nicht beobachtet. Länge  $48\mu$  bis  $130\mu$ . Teilung nicht gesehen. Autotomie, den Tentakel betreffend, kommt vor. Marin, nur in warmen Meeresteilen.

10 Arten, nach Kofoid und Swezy (The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921) in zwei Untergattungen gegliedert:

Untergatt. I. *Erythropsis* (Hertwig) Kof. et Sw. Ocellus mit einfacher Linse und ungeteilter oder nicht gelappter Pigmentmasse. Als Typus scheint geeignet: *E. cornuta* (Schütt) Kof. et Sw., siehe Fig. 39.

Untergatt. II. *Polyopsidella* Kof. et Sw. Ocellus mit mehreren übereinander gelagerten Linsen, in einer Reihe angeordnet oder geschlossen gruppiert; Pigmentmasse gelappt, radial oder zerstreut. Typus: *E. scarlatina* Kof. et Sw., siehe Fig. 40.

## Blastodiniaceae Lindem., n. nom.

Syn.: *Blastodiniidae* Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921.

*Gymnodiniales*, die nicht nur als Schwärmer auftreten, sondern auch ein parasitäres Stadium entwickeln. Es kann sich hier um einen Außen- oder Innenparasitismus handeln; das parasitäre Stadium kann morphologisch eine bestimmte Gestalt zeigen oder amöboid sein. Die Schwärmer sind sehr klein und weisen Furchen, sowie zwei Geißeln auf. Die Cytologie auch der parasitären Stadien zeigt übereinstimmende Züge mit derjenigen der Dinoflagellaten. Ein stetes Abwechseln von parasitären Stadien und Schwärmern ist für alle diese Formen wahrscheinlich, doch nicht völlig klargestellt; das endgültige Schicksal der Schwärmer nicht beobachtet. Wenn parasitäre Stadien oder Schwärmer fehlen, so beruht dieses vermutlich auf unserer bisherigen Unkenntnis der betreffenden Vertreter. Alle Gattungen marin; die systematische Stellung einer Reihe von Formen unsicher.

Vorbemerkung: Die parasitischen Peridineen sind eine noch wenig erforschte Gruppe; durchgehends ist die Verwandtschaft der Formen mit den Peridineen außer an der Cytologie besonders an den Schwärmern festzustellen, letztere weichen aber z. T. erheblich vom Peridineentypus ab. Es ist noch nicht möglich gewesen, eine natürliche systematische Anordnung der Gruppe durchzuführen; auch besitzen wir noch keinen Bestimmungsschlüssel für alle Gattungen. Chatton (Les Péridiniens Parasites, Arch. d. Zoologie exp. et génér., Tome 59, 1920) macht zwei große Abteilungen: die eigentlichen Peridineen und die abweichenden (peridineenähnlichen)

Formen. Die Abteilung der eigentlichen Peridineen wird wieder nach der Art des Parasitismus gruppiert; für eine erste Orientierung mag an dieser Stelle folgendes Schema Platz finden:

## A. Außenparasiten.

## a. Auf Metazoen (Appendicularien, Salpen, Pteropoden, Crustaceen etc.)

Gattungen: **Oodinium**, **Apodinium**, **Parapodinium**,  
unsichere Formen: **Ellobiopsis**, **Staphylocystis**,  
**Ellobiocystis**, **Parallobiopsis**.  
Gattung: **Paulsenella**.

## b. Auf Chaetoceras . . . . .

## B. Innenparasiten.

## a. In Metazoen (Crustaceen und Anneliden).

α. Im Magen von Crustaceen lose liegend. Gattungen: **Blastodinium**, **Schizodinium**.

β. Im vorderen Darmkanal von Anneliden festgeheftet. . . Gattung: **Haplozoon**.

γ. In der Leibeshöhle (Coelom) von Crustaceen; plasmodiale Gebilde

Gattung: **Syndinium**;  
unsichere Formen: **Paradinium**, **Atelodinium**.

b. In Tintinnen . . . . . Gattung: **Duboscquella**.

C. Auf und in Crustaceen-Eiern . . . . . Gattungen: **Chytriodinium**, **Trypanodinium**.

Von einem möglichen Parasitismus bei *Gymnodinium fuscum* und *Prorocentrum* ist hier abgesehen worden, auch ist die systematisch unsichere Unterfamilie *Blastuloideae* (Neres.) Lindem. nicht erwähnt. Die bestbekannten Außenparasiten sind also die Gattungen *Oodinium*, *Apodinium* und *Parapodinium*, Innenparasiten die Gattungen *Blastodinium*, *Schizodinium*, *Haplozoon* (im Darmkanal), *Syndinium*, *Paradinium* und *Atelodinium* (im Coelom), dazu kommen die Parasiten auf und in Eiern pelagischer Crustaceen (Gattungen *Chytriodinium* und *Trypanodinium*) und auf und in Protisten (Gattungen *Paulsenella* und *Duboscquella*). Die von Chatton vorgeschlagene, hier in der Form von Unterfamilien wiedergegebene Unterteilung der Familie deckt sich nicht mit vorstehender Einteilung nach der Art des Parasitismus.

Zunächst sei ein Überblick über die Wirte und ihre Parasiten gegeben, soweit die hier ausführlicher besprochenen Parasiten in Betracht kommen.

## Diatomeen:

*Chaetoceras* sp.

*Paulsenella chaetoceratis* (Pauls.) Chatt.

## Ciliaten:

*Codonella galea* Häckel

*Tintinnopsis Campanula* Ehrbg.

*Cyttarocydis Ehrenbergi* Cl. et L.

*Duboscquella tintinnicola* (Lohm.) Chatt.

## Siphonophoren:

?

*Oodinium Poucheti* (Lemm.) Chatt.

## Pteropoden:

*Crisis acicula*

*Oodinium* sp. (Chatton).

## Polychaeten:

*Alciope* sp.

*Travisa (Ophelia) Forbesi* Johnst.

*Chymene (Nicomache) lumbricalis* (auct.?)

Gen. sp.?

Gen. sp.?

*Clymenella torquata*

*Aricia norvegica* M. Sars

*Terebellides Strömii* M. Sars

*Scolecipis fuliginosa*

*Oodinium* sp. (Dogiel).

*Haplozoon armatum* Dogiel.

*Haplozoon lineare* Dogiel.

*Haplozoon delicatulum* Dogiel.

*Haplozoon macrostylum* Dogiel.

*Haplozoon clymenellae* Calkins.

*Haplozoon articae* Dogiel.

*Haplozoon obscurum* Dogiel.

*Haplozoon* sp. (Mesnil).

## Tunicaten:

*Fritillaria pellucida* Busch

" " "

*Oikopleura dioica* Fol.

" " "

" " " *cophocerca* Gegenb.

" " " *torugensis*

*Oodinium fritillariae* Chatt.

*Apodinium mycetoides* Chatt.

*Oodinium Poucheti* (Lemm.) Chatt.

*Parapodinium stylipes* Chatt.

*Apodinium rhizophorum* Chatt.

*Oodinium appendiculariae* (Brooks et Kellner)

Chatt.

*Salpa democratica*

" " " *mucronata*

*Oodinium amylaceum* (Barg.) Chatt.

" " " "

## Crustaceen:

? (Auf und in Eiern, von Copepoden?)

"

"

"

## Copepoden:

*Calanus helgolandicus* Cl." *finmarchicus* Gün.

" " "

" " "

" " "

" *hyperboreus* Kröy.*Paracalanus parvus* Cl.

" " "

" " "

" " "

" " "

" " "

" " "

" " "

*Calocalanus styliremis* Giesbr.

" " "

*Clausocalanus furcatus* G. Br.

" " "

" " "

" " "

" " "

" " "

" " "

" *arcuicornis* "

" " "

" " "

" " "

" " "

" " "

" " "

*Pseudocalanus* Cl. sp.*Scolecithrix Bradyi* Giesbr.*Centropages* sp.*Acartia clausi* Giesbr.

" " "

" " "

*Oithona similis* Claus

" " "

" *plumifera* Baird" *nana* Giesbr.

" " " (Eier)

*Oncaea media* Giesbr." *minuta* "*Corycella rostrata* (Cl.)

" " "

*Corycoeus venustus* Dana

" " "

## Malacostracen:

*Nebalia bipes* O. Fabr.*Antarctomysis maxima* J. B. Hans.*Sergestes* sp.*Pastiphaea sivado* Risso" *cristata* Bate" *tarda* Kröy.*Chytriodinium roseum* Dogiel." *affine* Dogiel." *parasiticum* Dogiel.*Trypanodinium ovicola* Chatt.*Ellobiopsis Chattoni* Caull.

" " "

*Blastodinium contortum* var. *hyalinum* Chatt.*Syndinium* sp. (Apstein).*Paradinium* (?) sp. (Apstein).

" (?) " ( " )

*Blastodinium spinulosum* Chatt." *crassum* Chatt." *contortum* Chatt." *contortum* var. *hyalinum* Chatt." *crassum* var. *inornatum* Chatt.*Syndinium turbo* Chatt.*Atelodinium microsporum* Chatt." *parasiticum* Chatt.*Blastodinium contortum* Chatt." *crassum* Chatt." *spinulosum* Chatt." *crassum* Chatt." *crassum* var. *inornatum* Chatt." *contortum* Chatt." *contortum* var. *hyalinum* Chatt." *Pruvoti* Chatt.*Syndinium* sp. (Chatton).*Blastodinium spinulosum* Chatt." *crassum* Chatt." *crassum* var. *inornatum* Chatt." *contortum* Chatt." *contortum* var. *hyalinum* Chatt." *Pruvoti* Chatt.*Syndinium* sp. (Chatton).*Blastodinium contortum* var. *hyalinum* Chatt.*Ellobiopsis* Caull.*Blastodinium elongatum* Chatt." *contortum* var. *hyalinum* Chatt." *contortum* Chatt." *contortum* var. *hyalinum* Chatt.*Paradinium Poucheti* Chatt.*Blastodinium oviforme* Chatt.*Syndinium* sp. (Chatton).*Blastodinium oviforme* Chatt.

" " "

*Trypanodinium ovicola* Chatt.*Blastodinium Mangini* var. *oncaae* Chatt.

" " " "

" *Mangini* Chatt.*Schizodinium sparsum* Chatt.*Blastodinium navicula* Chatt.*Syndinium turbo* Chatt.*Parallobiopsis Coutieri* B. Collin.*Ellobiocystis mysidarum* Cout." *tenuis* Cout.

" " "

*Staphylocystis racemosus* Cout.

" " "

<i>Systellaspis debilis</i> A. M. Edw.	<i>Ellobiocystis caridarum</i> Cout.
<i>Acanthephyra pulchra</i> A. M. Edw.	" "
" <i>purpurea</i> A. M. Edw.	" "
" "	" <i>villosus</i> Cout.
" "	" <i>tuberosus</i> Cout.
" "	" <i>filicollis</i> Cout.
" "	" <i>catenatus</i> Cout.

### Einteilung der Familie (nach Chatton).

A. Schwärmer vom Typus *Gymnodinium*, die Querfurche ist ganz oder doch nahezu in einer Ebene gelegen.

a. Der vordere und hintere Teil der Schwärmer ist gleich stark entwickelt.

a. Nur Schwärmer, keine morphologisch differenzierten parasitischen Stadien vorhanden

#### 4. *Gymnodinium*.

β. Parasitäre Stadien am oder im Körper der Wirte, festgeheftet oder nicht, doch stets von den Schwärmern zu unterscheiden.

I. Parasitäre Stadien im Darmkanal der Wirte, nicht festgeheftet.

1. Der Parasit vollzieht einfache Teilungen, wobei zwei gleichartige Tochterzellen entstehen (also keine »Palisporogenese«, d. h. kein Trophocyt, Gonocyt etc. vorhanden!))

#### 6. *Schizodinium*.

2. Gleichartige Tochterzellen werden manchmal gebildet, doch findet sich eine »Palisporogenese«, d. h. Trophocyt, Gonocyt, Sporocyten vorhanden

#### 5. *Blastodinium*.

II. Parasitäre Stadien festgeheftet.

1. Außenparasiten, befinden sich stets auf dem Integument der Wirte oder auf einzelnen Zellen.

○ Parasitäre Stadien mittels Stiel auf dem Integument der Wirte angeheftet.

† Stiel haftet durch Rhizoiden am Wirt. »Palisporogenese« augenscheinlich

#### 2. *Apodinium*.

†† Stiel starr, ohne Rhizoiden. Schwärmerbildung unbekannt

#### 3. *Parapodinium*.

○○ Parasitäre Stadien sessil. Parasiten auf Eiern oder Diatomeen.

† Parasitäre Stadien auf Eiern, mit angedeuteter »Palisporogenese«

#### 9. *Chytridinium*.

†† Auf Diatomeen, ohne »Palisporogenese« . . . . . 10. *Paulsenella*.

2. Innenparasiten, mit »Palisporogenese« . . . . . 7. *Haplozoon*.

b. Der vordere Teil der Schwärmer ist mehr entwickelt als der hintere. Außenparasiten, auf dem Integument oder den Kiemen der Wirte . . . . . 1. *Oodinium*.

B. Schwärmer vom Typus *Gyrodinium*, die Querfurche ist stark schraubig. Parasitäre Stadien plasmodial (bei *Trypanodinium* nur vermutet).

a. Schwärmer mit gut abgegrenzter Querfurche . . . . . 8. *Syndinium*.

b. Schwärmer mit breit ausgebuchteter Querfurche, dieselbe ist schlecht begrenzt

#### 12. *Trypanodinium*.

Chatton schließt die einzelnen Gattungen in »Familien« zusammen, die in unserem System als Unterfamilien betrachtet werden müssen. Diese Unterfamilien, deren Bezeichnungen hier entsprechend geändert werden, verteilen sich etwa wie folgt: zu der Unterfamilie *Oodinioidae* (Chatt.) Lindem. n. nom. gehört die Gattung *Oodinium*, zu den *Apodinioidae* (Chatt.) Lindem. n. nom. die Gattungen *Apodinium*, *Parapodinium*, *Chytridinium* und *Paulsenella*, zu den *Blastodinioidae* (Chatt.) Lindem. n. nom. die Gattungen *Schizodinium* und *Blastodinium*, zu den *Haplozoonioidae* (Chatt.) Lindem. n. nom. die Gattung *Haplozoon*, zu den *Syndinioidae* (Chatt.) Lindem. n. nom. die Gattungen *Syndinium* und *Trypanodinium*. Für die übrigen noch zweifelhaften Formen sei nach dem Vorgehen Chattons angegeben: die vorläufig aufgestellte Familie der Paradiniden wird Unterfamilie *Paradinioideae* (Chatt.) Lindem. n. nom. mit den Gattungen *Paradinium* und *Atelodinium*, weitere Unterfamilien sind *Blastuloidae* (Neresheimer) Lindem. n. nom. mit der Gattung *Neresheimeria*, *Duboscquelloideae* (Chatt.) Lindem. n. nom. mit der Gattung *Duboscquella* und *Ellobiopsioidae* (Coutière) Lindem. n. nom. mit den Gattungen *Ellobiopsis*, *Staphylocystis*, *Ellobiocystis* und *Parallobiopsis*.

1. *Oodinium* Chatton. Diagnoses préliminaires de Péridiniens parasites nouveaux. Bull. Soc. Zool. France XXXVII, 1912 (Syn.: *Gymnodinium* Pouchet. Nouvelle contribution à l'histoire des Péridiniens marins. Journ. Anat. phys. XXI, 1885; *Salpicola* Bargoni, Di un Foraminifero parassita nelle salpe [*Salpicola amylacea* n. g., n. sp.] e consi-

<sup>1)</sup> Siehe Seite 59 u. f.

derazioni sui corpuscoli amilacei dei Protozoi superiori. Ricerche fatte nel laboratorio di anatomia normale della R. Università di Roma, IV, 1894; [non *Salpicola Richiardi* 1880]; *Oikopleura* Kellner, Bericht über Embryologie von *Oikopleura*. Zool. Anz. XXXI, 1907; *Gromia* Brooks et Kellner, On *Oikopleura tortugensis*, a new Appendicularian from the tortugas, Florida, with notes on its embryology. [With a note on a species of *Gromia* (*G. appendiculariae*)]. Papers from the Tortugas Laboratory of the Carnegie Institution of Washington D. D. 1. [Carnegie Inst. Pub. 102, 1908]; *Gymnodinium* V. Dogiel, Untersuchungen über einige neue Catenata. Zeitschr. f. wiss. Zool., XCIV, 1910; *Diplodinium* Klebs, Über Flagellaten- und Algen-ähnliche Peridineen. Verh. Naturh.-Med. Vereins zu Heidelberg, [N. F.] XI, Heft 4, 1912 Seite 442). — Zuerst bekannt, aber irrtümlich aufgefaßt: als parasitische Foraminifere und als Appendicularienei. Das parasitäre Stadium findet sich festgeheftet auf dem Integument (oder den Kiemen) pelagischer Meerestiere z. B. auf dem Ruderschwanz von Appendicularien. Seine Gestalt ist kugelig bis eiförmig, Furchen und Geißeln fehlen ganz. In frühester Jugend (gleich nach der Anheftung) haben die Zellen eine Länge von  $15\mu$  bis  $20\mu$ , sind hyalin-farlos bis bräunlichgelb, einkernig und mit einer dünnen Cuticula bedeckt. Die jungen Zellen wachsen im Laufe ihres parasitischen Daseins außerordentlich, hierbei wird das Cytoplasma undurchsichtiger, der Kern mehr elliptisch, die Cuticula dicker; die schließlich erreichte Länge wird mit  $100\mu$  bis  $180\mu$  angegeben. Anheftung mittels eines kurzen starken Fibrillenbündels bei *O. Poucheti*, mittels diskusähnlichen hyalinen Polsterkissens mit gelenkartigem Falz bei *O. fritillariae* (in der ersten Zeit nach der Anheftung Rhizoiden), mittels reichverzweigten (im Leben nicht sichtbaren) langen Rhizoidengeästes bei *O. amylaceum*. Es findet sich häufig ein gelbliches Pigment, doch soll dieses nicht an Assimilationsorgane gebunden sein. Der Kern ist nun sehr groß, den Kernen anderer Dinoflagellaten ähnlich. Das erwachsene parasitische Stadium löst sich jetzt los (Einziehen der Anheftungsapparate) und flottiert stundenlang im Meere, ehe die Schwärmer entstehen.

Die schließliche Bildung dieser Schwärmer ist bisher nur bei *O. Poucheti* beobachtet worden. Losgelöst teilt sich die Zelle ohne Ruhepausen viele Male; die Tochterzellen sind noch nicht getrennt, wenn der Kern in jeder von ihnen bereits verdoppelt ist. So entstehen zweikernige Zellen, wie wir sie auch bei anderen parasitischen Dinoflagellaten wiederfinden. Während der unaufhörlichen Teilung werden die Tochterzellen immer kleiner, bis sie etwa die Größe von  $11\mu$  erreicht haben; aus den letzten Teilungsprodukten gehen die Schwärmer (»Dinosporen«) hervor, sie sind einkernig und haben die Gestalt kleiner Gymnodinien, wurden auch von Pouchet seinerzeit als »*Gymnodinium pulvisculus*« beschrieben (siehe Fig. 41 D.). Ihr vorderer Teil ist mehr entwickelt als der hintere, die Querrfurche ist tief, eine Längsfurche ist nicht beobachtet. Quer- und Längsgeißel sind vorhanden. Kern zentral, sehr groß (etwa einhalbmal so groß wie die ganze Zelle). Teilung der Schwärmer oder eine eventuelle Kopulation nicht gesehen. Das weitere Schicksal der Schwärmer unbekannt. Dauer der Anheftung an den Wirt bis zur Bildung der Schwärmer 24 Stunden.

3 sichere Arten, einige unsichere. Typus: *O. Poucheti* (Lemm.) Chatt. (= *Gymnodinium Poucheti* Lemm.) auf *Oikopleura dioica* Fol. — Junges parasitäres Stadium gleich nach der Anheftung siehe Fig. 41 A, fast erwachsen siehe Fig. 41 B, nach Ablösung frei im Meere flottierend und bereits einmal geteilt siehe Fig. 41 C. Schwärmer siehe Fig. 41 D. *O. fritillariae* Chatt. auf *Fritillaria pelucida* Busch. *O. amylaceum* (Bargoni) Chatt. auf den Kiemen von Salpen. Verwandte Organismen auf Siphonophoren, Pteropoden und einem Anneliden.

2. *Apodinium* Chatton, Nouvel aperçu sur les Blastodiniés (*Apodinium mycetoides* n. g., n. sp.) C. R. Ac. Sc. Paris, CXLIV, 1907 (Syn.: non *Apodinium* Paulsen 1911). — Parasitisch wie *Oodinium* festgeheftet als kugelige bis eiförmige, hier aber an einem Stiel von kompliziertem Bau oder an fadenartigen Gebilden sitzende Körper an Tunikaten. Der Stiel bei *A. rhizophorum* ist verhältnismäßig kurz und kann in drei Abschnitte gegliedert werden: der eigentliche Stiel (Columella), der Becher (welcher sich am Grunde der *Apodinium*-Zelle befindet) und die Rhizoiden. Der Becher variiert in der Form. Der Faden bei *A. mycetoides* erreicht eine Länge von  $200\mu$ , sein Durchmesser ist etwas variabel; es findet sich eine zentrale protoplasmatische Achse und eine schützende Scheide. Es gibt auch Individuen, die mit zwei solcher Fäden befestigt sind; die Fäden haften mit Hilfe von Rhizoiden am Wirt. Die Apodinienkörper, die eben-

falls keine Furchen und Geißeln besitzen, sind gleich nach der Anheftung nur bei *A. mycetoides* bekannt; hier sind sie kugelig (siehe Fig. 42 A), haben jetzt einen Durchmesser von  $10\mu$  und sind von einer derben Membran umgeben, die Inhaltsbestandteile nur schwer erkennen läßt. Diese jungen Zellen wachsen nun stark, ihre Gestalt wird birnenförmig, die Länge schwankt zwischen  $50\mu$  und  $110\mu$ . Im Apodinienkörper fällt eine große, mit Flüssigkeit gefüllte Vakuole auf; über der Anheftungsstelle des Fadens am Apodinienkörper befindet sich eine feingranulierte, nicht von einer Membran eingeschlossene Masse, welche nach Chatton dem Kern angehört. Dieser erscheint schon in jugendlichen Individuen zweigelappt, was Chatton als »dauernde Zweiteilung« deutet. Die Dinosporenbildung wird durch eine Teilung dieses Kerngebildes eingeleitet, der eine Teilung der ganzen Zelle folgt. Die gemeinsame Hülle bleibt dabei bestehen (siehe Fig. 42 B); wir finden nun in ihr eine proximale und eine distale Zelle.

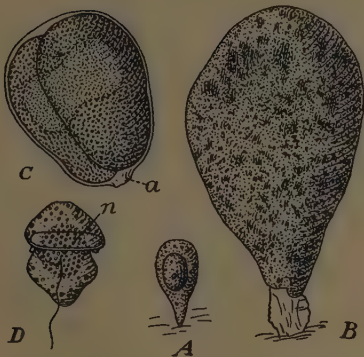


Fig. 41. *Oodinium Poucheti* (Lemm.) Chatton. A und B Festsitzendes (parasitäres) Stadium in (A) sehr jungem, (B) fast erwachsenem Zustande, C freigeschwommenes parasitäres Stadium, nach der ersten Teilung (a frühere Anheftungsstelle), D Schwärmer (Dinospore), n Kern. (Nach Chatton.)

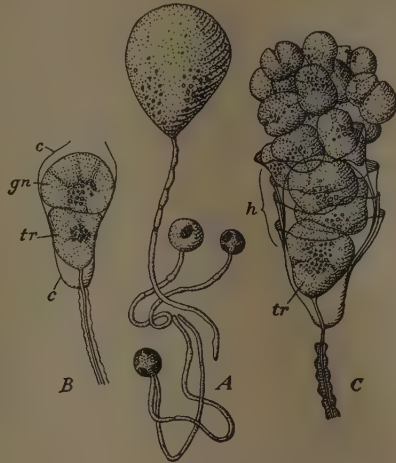


Fig. 42. *Apodinium mycetoides* Chatton. A Vier Individuen, an demselben Punkte festgeheftet (das untere junge Exemplar ist an zwei Fäden befestigt); B Individuum nach der ersten Teilung; C Individuum in Sporocytenbildung, tr Trophocyt, gn Gonocyt, c gemeinsame Hülle; h ineinander geschachtelte Hüllen. (Nach Chatton.)

Während bei *Oodinium* aber die ersten entstehenden Tochterzellen gleichartig waren, sind sie es hier nicht. Es entwickelt sich eine »Palisporogenese«, die bei *A. rhizophorum* bisher nur in ihren ersten Stadien beobachtet werden konnte, von *A. mycetoides* aber ausreichend bekannt ist. Die proximale Zelle ist der Trophocyt (Stammzelle), die distale der Gonocyt; der Trophocyt kann mit 1, der Gonocyt mit 1 bezeichnet werden. Dann haben wir jetzt das Stadium I—1 (Zweizellenstadium) vor uns. Der Trophocyt geht nun in eine kurze Ruheperiode über, während welcher sich der Gonocyt gleich wieder teilt (Stadium I<sub>1</sub>—2; die Indices bei I bezeichnen die Anzahl der Teilungen des primären Trophocyten). Die aus dem Gonocyten hervorgehenden Teilungsprodukte heißen Sporocyten und sind zweikernig. Der weitere Teilungsvorgang findet folgendermaßen statt. Die beiden entstandenen Sporocyten teilen sich gleich noch einmal, aber es teilt sich auch der mit einer neuen Hülle umgebene Trophocyt, so daß wir das Stadium I<sub>2</sub>—1—4 vor uns haben (I<sub>2</sub> der sekundäre Trophocyt, 1 der neue Gonocyt). Von Bedeutung ist hierbei, daß die neue Hülle des Trophocyten in der früheren stecken bleibt, so daß bei weiteren Teilungen die Hüllen wie ein Tassensatz ineinandergeschachtelt werden (siehe Fig. 42 C). Der Teilungsvorgang folgt nun immer demselben Gesetz, welches zu dem Stadium I<sub>2</sub>—2—8, dem Stadium I<sub>3</sub>—1—4—16 usw. führt. Ausnahmen finden sich.

Chatton vermutet nun, daß die Sporocyten, vielleicht bereits nach ihrer Umbildung zu Dinosporen, durch weitere Teilungen einkernig werden, und daß die Dinosporen sich als Cysten auf neuen Wirten festheften. Diese Dinosporen entbehren nämlich eines Assimilationsapparates, haben daher wahrscheinlich nur ein kurzes Dasein. Sie bleiben oft lange in der Nähe ihres Entstehungsortes; daß sie sich zu teilen vermögen, ist beobachtet.

2 Arten. Typus: *A. mycetoides* Chatt., auf *Fritillaria pellucida* (Busch) (= *F. furcata* Vogt). Vier Individuen; unten drei junge, von denen das unterste an zwei Fäden befestigt ist, siehe Fig. 42 A. Erste Teilung, siehe Fig. 42 B. Sporocytenbildung, siehe Fig. 42 C. — *A. rhizophorum* Chatt., auf dem Ruderschwanz von *Oikopleura cophocerca* Gegenb.

3. **Parapodinium** Chatton, Les Péridiniens Parasites, Arch. de Zool. exp. et gén., Tome 59, 1920. — Es ist nur der Typus bekannt; bisher sind vier Individuen auf dem Ruderschwanz von *Oikopleura dioica* gefunden, die sich alle in demselben Stadium befanden. Dieses war dem festgehefteten Stadium bei *Apodinium* sehr ähnlich, unterschied sich nur durch den Bau des hier sehr kurzen Stief Fadens.

Zellen birnenförmig, mit zarter Membran, etwa  $60\mu$  lang und  $30\mu$  breit. Große, mit Flüssigkeit erfüllte Vakuole. Kern im Leben nicht sichtbar. Stief faden kürzer als der Zellkörper, nicht hohl, starr. Keine Rhizoiden, sondern am Wirt mittels einer sehr kleinen, discsähnlichen Scheibe befestigt.

*P. stylipes* Chatt. — Chatton macht auf die Ähnlichkeit der Zellen mit *Stylodinium globosum* Klebs aus dem Süßwasser aufmerksam. Letztere Form ist aber holophytisch.

4. **Gymnodinium** (?) Stein (siehe Seite 42) (Syn.: *Oxyrrhis* Poche, Über zwei neue in Siphonophoren vorkommende Flagellaten nebst Bemerkungen über die Nomenklatur einiger verwandter Formen. Arb. a. d. Zool. Inst. Wien u. Zool. Stat.-Triest, XIV, 1903 [non *Oxyrrhis* Dujardin 1841]). — Vor die bisher bekannt gewordenen Innenparasiten unter den Peridineen stellt Chatton noch die Gattung *Gymnodinium*. Den Fund Pertys (1852), der *Gymnodinium fuscum* (?) in einer Planarie sah, können wir hier übergehen. Es ist ferner *G. parasiticum* Poche (= *Oxyrrhis parasitica* Poche) zu erwähnen, aus den Gastrovaskularkanälen von Siphonophoren, in denen es frei herumschwimmt. Dieses *Gymnodinium* unterscheidet sich aber, soweit bis jetzt bekannt ist, nicht wesentlich von den frei lebenden, hat keinerlei besondere Anpassungen an eine parasitische Lebensweise ausgebildet. Es ist daher fraglich, ob es sich um einen wirklichen Parasiten handelt.

5. **Blastodinium** Chatton, Les Blastodiniés, ordre nouveau de Dinoflagellés parasites. C. R. Acad. Sc. Paris, CXLIII, 1906 (Syn.: *Blastodinium* Pavillard, Sur les Péridiniens du Golfe du Lion. Bull. Soc. Bot. France, 4. sér., IX., 1909; »Parasit. I« Apstein, Parasiten von *Calanus finmarchicus*. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel, N. F., XIII, 1911). — Diese Gattung ist bereits recht gut bekannt, indessen sind ihre einzelnen Vertreter nicht leicht zu unterscheiden, weil die parasitischen Stadien sich ähnlich sind und nebeneinander in denselben Wirten vorkommen. Diese Wirte sind pelagische Copepoden des Meeres aus einer Reihe von Gattungen. Die parasitischen Zellen liegen lose im Magen der Krebse, zuweilen einzeln, meist aber in Bündeln. Diese Bündel reichen vom Anfangsteil des Magens bis zum Anfang des Darmes.

Die einzelne parasitäre Zelle des *Blastodinium* ist sichel- oder sackförmig, auch linealisch oder bei einer Form S-förmig gedreht (*Bl. contortum* Chatt.). Die Entwicklung derselben folgt bei allen Gattungen einem einheitlichen Plane; hier soll als Beispiel die sichelförmige Zelle von *Bl. spinulosum* Chatt. dienen. Sie ist bei einer Länge von  $200\mu$  und einer Breite von  $30\mu$  schlauchartig und etwas gekrümmt (s. Fig. 43 A); ihre beiden Enden sind nicht gleich, das Vorderende ist breiter gerundet, das Hinterende geht allmählich in eine Spitze aus. Die Hülle ist derb und durchscheinend; auf ihr fallen zwei schraubenartige Reihen von kurzen Dornen auf, die nahe an den Enden beginnen und vor dem Äquator der Zelle endigen. Die vordere Dornenreihe macht  $1\frac{1}{2}$  Umdrehungen um die Zelle, die hintere nur 1 Umdrehung. Diesen Dornenreihen entsprechen zwei etwa  $2\mu$  bis  $4\mu$  breite Furchen im Innern der Hülle auf der Oberfläche des Cytoplasmas, die aber durch eine längsgerichtete gerade Verbindung zwischen den beiden Schrauben einheitlich geworden sind. Die ganze Zelle ist von einem »chromoplastischen Netze« durchzogen, nur zuweilen farblos. Kerne sind während des Lebens nicht sichtbar.

Die soeben beschriebene Zelle ist ein Trophocyt (siehe bei *Apodinium*). Die Teilungsprozesse, zu welchen dieser Trophocyt Veranlassung gibt, können genau wie bei *Apodinium* als »Palisporogenese« gedeutet werden. Nach der ersten Teilung (siehe Fig. 43 B) haben wir das Zweizellenstadium (1—1); der Trophocyt bleibt nun aber zwischen den successiven Teilungen des Gonocyten viel länger in Ruhe als bei *Apodinium*, etwa so lange, bis vom Gonocyten durch immer weitere Teilungen ungefähr 250 bis 500 Sporocyten ausgegangen sind. Fig. 43 C zeigt ein Stadium, auf dem bereits nach der Produktion von 64 Sporocyten der Trophocyt sich wieder geteilt hat. Wir bekommen also die Stadien  $I_1-4$ ,  $I_1-8$ ,  $I_1-16$ ,  $I_1-32$  usw. Bereits wenn 32 Sporocyten in der gemeinsamen Hülle liegen, drücken sie sich gegenseitig erheblich, und die Hülle verändert ihre Gestalt. Schließlich reißt die Hülle auf und die Sporocyten gelangen durch den After des Krebses ins freie Meer; zunächst unbeweglich, teilen sie sich, und bilden sich zu den beweglichen Dinosporen um (Fig. 43 D). Der Trophocyt war nun aber zu groß, um auch den Krebs verlassen zu können; er bleibt im Magen zurück. Dort bildet er eine neue Hülle, in welcher ein zweiter Sporocytenstoß entsteht. Wir erhalten also die Stadien  $I_2-1$ ,  $I_2-2$ ,  $I_2-4$  usw. So geht der Vorgang weiter; wie viele Sporocytenstöße gebildet werden können, wissen wir jedoch nicht. Die parasitären Zellen der verschiedenen Blastodiniën weisen eine Länge auf von etwa  $100\mu$  bis  $425\mu$ , nur *Bl. contortum* Chatt. kann bis  $700\mu$  lang werden und ist dann mit unbewaffnetem Auge sichtbar. Die Anzahl von parasitischen Zellen in einem und demselben Copepoden wechselt zwischen 2 und 25.

Die Zellen der parasitären Stadien sind zweikernig (siehe auch Seite 25), die Dinosporen aber besitzen auch hier nur einen Kern. Letztere sind kugelig, etwa  $13\mu$  lang und erhalten zwei Geißeln. Die Querrfurche liegt äquatorial, der Kern zeigt typische Peridineenstruktur. Auch Chromatophoren werden angegeben. Kugelige Cysten von  $10\mu$  Durchmesser sind gesehen. Weiteres Schicksal der Dinosporen unbekannt.

8 sichere Arten, etwa 4 unsichere Formen. Als Typus wird *Bl. Pruvoti* Chatt. angegeben; unsere Figuren beziehen sich auf *Bl. spinulosum* Chatt. Fig. 43 A Trophocyt, Fig. 43 B sekundärer Trophocyt und Gonocyt. Fig. 43 C zwei Trophocyten und 64 Sporocyten. Fig. 43 D Dinospore.

6. *Schizodinium* Chatton, Diagnoses préliminaires de Péridiniens parasites nouveaux; Bull. Soc. Zool. France XXXVII, 1912. — Nur der Typus ist bekannt und zeigt eine sehr primitive Organisation: im Magen des Copepoden *Corycoeus rostratus* Cl. (= *Corycella rostrata* Farran) finden sich einfache elliptische Zellen (immer paarweise, im Maximum etwa 30 gefunden) von der Größe  $20\mu$  bis  $50\mu$  frei d. h. nicht festgeheftet. Diese Zellen sind braun (»chromoplastisches Netz«), eine zarte Membran ist dem Zellkörper dicht angelagert; äquatorial wird jede Zelle durch eine seichte Einschnürung in zwei

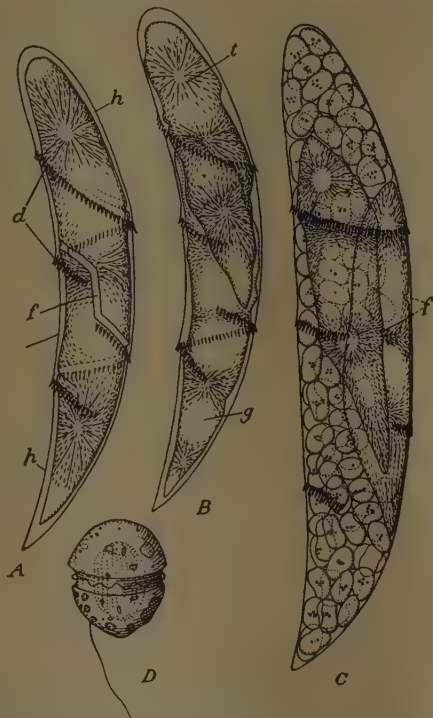


Fig. 43. *Blastodinium spinulosum* Chatt. A Trophocyt (Stammzelle), h Hülle, d Dornreihe, f Cytoplasmafurche; B Individuum im Stadium I—1, t Trophocyt, g Gonocyt; C zwei Trophocyten und 64 Sporocyten (Stadium II—64), f Cytoplasmafurchen der beiden Trophocyten; D Schwärmer (Dinospore). (Nach Chatton.)

Halbkugeln abgeteilt. Im Zentrum dieser Halbkugeln liegen die Kerne, welche peridinnenähnlich und in der Zweifzahl vorhanden sind. Hier und da, besonders an den Polen, finden sich auch Pyrenoide.

Die Vermehrung erfolgt durch einfache Einschnürung im Äquator, nachdem die beiden Kerne sich geteilt haben. Chatton homologisiert die Zellen und ihre Teilungsprodukte mit den Gonocyten und Sporocyten.

*Sch. sparsum* Chatton, siehe Fig. 44.

7. **Haplozoon**: V. Dogiel, *Haplozoon armatum* n. g., n. sp., der Vertreter einer neuen Mesozoa-Gruppe, Zool. Anz. XXX, 1906 (Syn.: *Microtaeniella* Calkins, *Microtaeniella clymenellae*, a new genus and new species of colonial gregarines. Biol. Bull. XXIX, 1915). — Parasiten im vorderen Darmkanal von Polychaeten. Fast alle Vertreter sind sich recht ähnlich; uns soll hier das am besten bekannte *Haplozoon armatum* V. Dogiel als Beispiel dienen. Es lebt in *Travisia Forbesi* Johnst.; Hunderte unseres Parasiten finden sich fast immer auf dem Epithel des vorderen Darmkanals. Das parasitäre Stadium ist im einzelligen Zustande (s. Fig. 45 links) spindelförmig, 35  $\mu$  bis 40  $\mu$  lang, in der Mitte verbreitert (hier der elliptische, im Leben undeutlich sichtbare große Kern) und am vorderen Ende mit einem zugespitzten zurückziehbaren Stilett versehen. Ebenfalls vorne, auf der anderen Seite, allerdings erst bei etwas älteren Zellen, sieht man ein Bündel unverästelter fädiger Pseudopodien, welche, wie auch das Stilett, in die Epithelzellen des Wirtes einzudringen vermögen.



Fig. 44. *Schizodinium sparsum* Chatton. Isolierte Zelle. (Nach Chatton.)

Gleich bei der ersten Teilung fällt die Ähnlichkeit des Kernteilungs-Schemas mit dem bei *Noctiluca* auf (siehe S. 25). Auf dem Zweizellenstadium ist die »Kopfzelle« der Trophocyt, die hintere (»Geschlechtszelle«) der Gonocyt. Erstere trägt die Fixationsorgane. Die nun folgende »Palisporogenese« ergibt ein nur aus einer einzigen Lage bestehendes Zellenblatt, welches sich aus schrägen Einzelreihen von Zellen zusammensetzt (siehe Fig. 45 rechts). Als bald teilt sich der Trophocyt I<sub>1</sub> von neuem und gleichzeitig auch der Gonocyt 1, so daß wir das Stadium I<sub>2</sub>—1—2 bekommen. Da alle Teilungen immer synchron vor sich gehen, so erhalten wir ein ganz regelmäßiges Bild der Teilungen, welches folgendermaßen bezeichnet werden kann:

I<sub>1</sub>—1  
I<sub>2</sub>—1—2  
I<sub>3</sub>—1—2—4  
I<sub>4</sub>—1—2—4—8  
I<sub>5</sub>—1—2—4—8—16 u. s. f.

Es resultiert ein Zellenblatt mit schrägen Zellreihen; die Höchstzahl dieser Reihen wird mit 8 angegeben, die längsten bestehen aus 16 Zellen, die kürzesten befinden sich an den Enden der Zellfläche. Die letzten Zellen (Sporocyten) lösen sich paarweise ab und gelangen mit den Exkrementen ins freie Meer, wo sie nach Angabe Dogiels zu kleinen Gymnodinien werden. Länge des ganzen blattförmigen Zellenaggregates bei *H. armatum* 300  $\mu$ , bei den übrigen Arten etwa 200  $\mu$  bis 350  $\mu$ . Während die mittleren Zellen des Blattes zweikernig sind, finden wir in den hintersten meist vier Kerne.

6 (teilweise noch wenig untersuchte) Arten. Typus: *H. armatum* V. Dogiel; siehe Fig. 45 links: parasitäres Stadium im einzelligen Zustande; Fig. 45 rechts: Zellenblatt. — Bei *H. lineare* V. Dogiel statt einer Zellfläche eine Kette von diskusähnlichen gleichartigen Zellen.

8. **Syndinium** Chatton. Sur l'existence de Dinoflagellés parasites coelomiques. Les *Syndinium* chez des Copépodes pélagiques. C. R. Ac. Sc., CII, 1910. — Nur ein Vertreter ist genauer bekannt, *S. turbo* Chatton. Er findet sich besonders in der Leibeshöhle des Copepoden *Paracalanus parvus* Cl. (auch bei *Clausocalanus arcuicornis* Dana, *Corycoeus venustus* Dana). Die jüngsten Stadien sind dem mittleren Darmkanal außen in der Form einer 30  $\mu$  langen, elliptischen Kapsel angeheftet (siehe Fig. 46). Einmal ist der Parasit auch im ventral gelegenen Nervensystem gefunden. Von der inneren Struktur der Kapsel sieht man im Leben wenig: sie ist hyalin, durchscheinend und die Kerne sind kaum angedeutet. Schon jetzt werden Konkretionen, in Gruppen befindlich, abgegeben. Der Kapselinhalt wächst nun, füllt die Kapsel allmählich ganz aus und vergrößert sie: die

Kerne, kugelig oder elliptisch, etwa  $10\mu$  bis  $12\mu$  im Durchmesser groß, werden besser sichtbar. Die Konkretionen werden resorbiert. Schließlich wird die Kapsel gesprengt (der Vorgang ist jedoch nicht direkt beobachtet) und der amöboide Inhalt ergießt sich ins Coelom des Wirtes, dessen Gonaden dabei allmählich zerstört werden. Die feinere Struktur der entstehenden Plasmodien ist wechselnd, ändert sich mit der weiteren Entwicklung; zuerst homogen und durchscheinend, werden sie allmählich granuliert aussehen. Größere kugelige bis elliptische Körper repräsentieren die dinoflagellatenähnlichen Kerne, die in steter Teilung begriffen sind. Auf neue werden Konkretionen gebildet (sie können bis  $10\mu$  groß werden), welche den Plasmodien ein sehr charakteristisches Aussehen geben. Kurz vor der Schwärmerbildung verschwinden auch diese Kon-

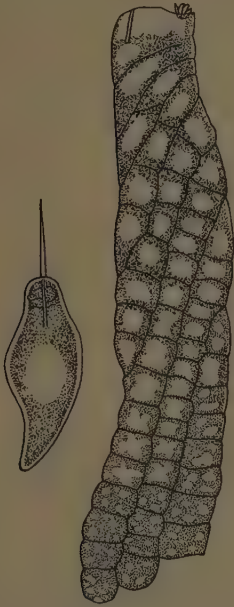


Fig. 45. *Haplozoon armatum* Dog. Links: einzelliges Individuum, rechts: Zellenblatt. (Nach Dogiel.)

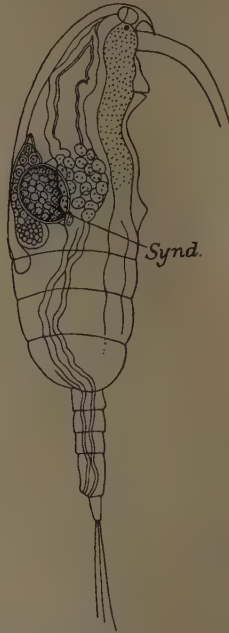


Fig. 46. *Syndinium* sp. Junges eingekapseltes Plasmodium (Synd.), dem Darmkanal angeheftet. (Nach Chatton.)

kretonen wieder und werden durch kleine kristallinische pfeilartige Nadeln ersetzt (siehe Fig. 47). Jetzt ist die ganze Körperhöhle des Wirtes vom Plasmodium ergriffen, welches sogar zwischen die Muskelbündel eindringt. Die Kernteilungen kommen zur Ruhe; an Stelle der Ganzspindeln treten Halbspindeln auf, die das Aussehen von »Armleuchtern ohne Fuß mit 10 robusten Armen« haben (vielleicht eine Reduktion des Chromosomenapparates). Das Plasmodium aber zerfällt erst in größere Teile, auf deren Oberfläche Furchen und Geißeln sichtbar werden; schließlich trennen sich die einzelnen Schwärmer, deren so viele gebildet werden, wie Kerne da sind (in der Regel Tausende). Vom Krebs ist fast nur noch der leere Panzer übrig geblieben, der von den Schwärmern jetzt verlassen wird.

Es werden zwei Arten von Schwärmern (Dinosporen) gefunden: größere, die etwa  $15\mu$  und kleinere, die etwa  $8\mu$  messen. Im Aussehen sind sie fast gleich: sie sind spindelförmig und besitzen eine Quersfurche, die an die gleiche bei *Gyrodinium* erinnert. Diese Quersfurche ist breit und tief und macht  $1\frac{1}{2}$  Umdrehungen um die Zelle. Quer- und Längsgeißel sind vorhanden. Der Kern ist undeutlich sichtbar. Das Plasma enthält feine

Nadeln, die vom Plasmodium übernommen sind. Zweiteilung der Schwärmer nicht beobachtet. Weiteres Schicksal derselben unbekannt; die Bezeichnungen »Macro-« und »Microsporen« werden gebraucht. — Schließlich ist noch zu erwähnen, daß Chatton auch die »Schnabelsporen« unsicherer Herkunft nachträglich *Syndinium* zuwies. Größe derselben 15  $\mu$ .

3 Arten, von denen aber zwei unsicher sind. *Syndinium* sp.; jüngstes parasitisches Stadium, siehe Fig. 46; Plasmodium im Augenblick, wo die Konkretionen sich in Nadeln spalten, siehe Fig. 47 A; Schwärmer (»Macrospore« und »Microspore«), siehe Fig. 47 B und C.

9. **Chytriodinium** Chatton, Diagnoses préliminaires de Péridiniens parasites nouveaux, Bull. Soc. Zool. France XXXVII, 1912 (Syn.: *Gymnodinium* V. Dogiel, Beiträge zur Kenntnis der Peridineen, Mitt. a. d. Zool. Station zu Neapel, XVIII, 1906; *Diplodinium* Klebs, Über Flagellaten- und Algen-ähnliche Peridineen. Verh. d. naturh.-med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, Heft 4, 1912). — Die drei Arten wurden von V. Dogiel als *Gymnodinium roseum*, *affine* und *parasiticum* beschrieben. Sie leben auf Eiern pela-

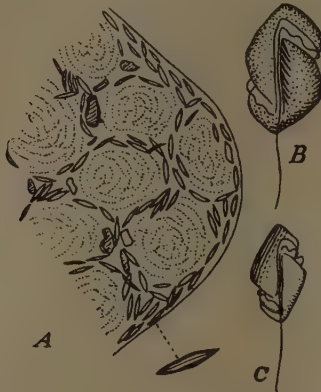


Fig. 47. *Syndinium* sp. A Plasmodium im Augenblick, wo die Konkretionen sich in Nadeln spalten (unten: isolierte Nadel); B und C Schwärmer (B Macrospore, C Microspore). (Nach Chatton).



Fig. 48. *Trypanodinium ovicola* Chatt. Schwärmer. (Nach Chatton.)

gischer Crustaceen. Bisher liegen immerhin so deutliche Beobachtungen vor, daß man die Zugehörigkeit dieser Formen zu den parasitischen Peridineen nicht mehr in Zweifel ziehen kann. Die Entwicklung von *Ch. roseum* sei kurz angedeutet. Kleine kugelige »Cysten« befallen die Eier, indem sie sich durch Protoplasma, welches aus einer winzigen Öffnung »ausgestülpt« wird, festheften. Nun wachsen diese »Cysten« (das parasitäre Stadium der Chytriodinien) auf Kosten der Eier bis zur völligen Vernichtung der letzteren; hierbei spielen sich Vorgänge ab, die an die übrigen parasitischen Dinoflagellaten erinnern. Zuerst treten vier Kerne in den »Cysten« auf; bei der ersten Teilung erhält jede Tochterzelle zwei Kerne. Zweikernige Zellen finden wir stets auch später; sie entstehen durch eine Teilungsart, die sich von der geschilderten »Palisporogenese« wenig unterscheidet. Es resultiert eine Kugel voller »Sporocyten« (hier »Sporoblasten« genannt). Schließlich erleiden die Sporoblasten zwei aufeinanderfolgende Teilungen und ergeben so je vier einkernige »Sporen«, die z. B. bei *Ch. parasiticum* typische Dinoflagellaten darstellen.

3 Arten. Typus: *Ch. roseum* (V. Dogiel) Chatt.

10. **Paulsenella** Chatton, Les Péridiniens Parasites, Arch. de Zoologie exp. et gén., Tome 59, 1920 (Syn.: *Apodinium* Paulsen, Marine Plankton from the East-Greenland sea. Danmark Ekspedit. Grönl. Nord. 1906—1908, III, 1911). — Bisher nur *Paulsenella chaetoceratis* (Paulsen) Chatt. bekannt. Findet sich auf *Chaetoceras decipiens* und *boreale* in der Form einer festgehefteten Kugel von 13  $\mu$  bis 25  $\mu$  Durchmesser mit doppelter Membran. Diese Membran hat Zellulosenatur. Die Zelle teilt sich mit Hülle, so daß wir Doppel- oder Viererzellen in gemeinsamer Gallertmasse antreffen.

11. **Dubosquella** Chatton, Les Périдиниens Parasites, Arch. de Zoologie exp. et gén., Tome 59, 1920 (Syn.: »Embryonen von Tintinniden« Haeckel, Über einige neue pelagische Infusorien, Jen. Zeitschr. f. Med. u. Naturw. VII, 1873; »Sporocysten von Tintinniden« Laackmann, Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung der Tintinnen, Zool. Anz. XXX, 1906; *Gymnodinium* Lohmann, Unters. z. Feststellung des vollst. Gehaltes des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresunters. Kiel, N. F., X, 1908). — Bisher nur *D. tintinnicola* (Lohmann) Chatt. bekannt. Im Plasma von Tintinnen als voluminöse kugelige bis eiförmige Körper mit großem Kern. Es werden Schwärmer gebildet, die indessen vom Dinoflagellentypus erheblich abweichen; in einer schrägen Ausbauchung inserieren die beiden Geißeln, eine derselben ist nach vorne, die andere nach hinten gerichtet. Diese Schwärmer sollen kopulieren.

12. **Trypanodinium** Chatton, Diagnoses préliminaires de Périдиниens parasites nouveaux. Bull. Soc. Zool. France, XXXVII, 1912. — Nur eine Art bekannt: *T. ovicola* Chatt., von dieser auch nur die Schwärmer (siehe Fig. 48) aus einem Ei eines Copepoden herrührend. Diese Schwärmer haben eine recht abweichende Gestalt, die Quersfurche ist sehr breit. Ein intrazelluläres Plasmodium wird vermutet.

13. **Paradinium** Chatton, *Paradinium Poucheti* n. g., n. sp., flagellé parasite d'Acartia Clausi Giesbr. (Copépode pélagique.) C. R. Soc. Biol. Paris, LXIX, 1910 (Syn.: Flagellé parasite visceral, Pouchet, Sur un flagellé parasite visceral des Copépodes. C. R. Soc. Biol., 1890). — Nur ein Vertreter ist, allerdings recht gut, bekannt: *Paradinium Poucheti* Chatt. Sein parasitisches Stadium lebt im Coelom von *Acartia Clausi* Giesbr. Die Entwicklung zeigt viel Übereinstimmendes mit *Syndinium*; unterscheidet sich vor allem durch die ersten Stadien der Infektion, die cytologischen Charaktere der Plasmodien und die Gestalt der Schwärmer. Gleich nach der Infektion finden wir im Coelom des Wirtes isoliert voneinander liegende plasmodiale Zellen von etwa  $5\mu$  bis  $7\mu$  Durchmesser, die durch lange fädige Pseudopodien netzförmig miteinander verbunden sind (siehe Fig. 49 A). Es gibt auch frei im Coelom endigende Pseudopodien, sie werden »freie Pseudopodien«, jene »verbindende Pseudopodien« genannt. Das Cytoplasma jeder Zelle scheidet sich in Endo- und Ektoplasma, in ersterem liegt der gut sichtbare Kern (derselbe ist kugelig, sein Durchmesser etwa  $4\mu$ ). Schon jetzt werden auch zweikernige Zellen gefunden. Wahrscheinlich zeigen die ersten plasmodialen Zellen noch eine Zeitlang normale Zweiteilung, bald aber werden die Cytoplasmateilungen von den Kernteilungen überholt und es entstehen kleine Plasmodien mit 3, 4 und 5 Kernen. Nun verschwinden die Pseudopodien allmählich und wir sehen ein zusammenhängendes Plasmodium, welches nur noch abgerundete Ausläufer aussendet. Zuletzt finden wir das sog. »ruhende Plasmodium«, dessen Kerne etwas größer (etwa  $6\mu$ ) und mehr elliptisch geworden sind. Diese Kerne teilen sich nun nicht mehr, das Plasmodium breitet sich als solches nicht weiter aus. Konkretionen werden im Plasmodium zu keiner Zeit gefunden. Kurz darauf sieht man hier und dort, vor allem auf der Oberfläche des Plasmodiums, kleine plasmodiale Teile (Herde der Neubildung, »Blastoden« genannt), deren Kerne kleiner und kugelig geblieben sind. Diese Teile wachsen rapide (die Kerne sind in voller Vermehrung), fügen dem ruhenden Plasmodium immer neue Teile an und sorgen so für erhöhte Ausbreitung desselben. Die volle Ausdehnung des Plasmodiums ist jetzt nur noch auf Serienschritten zu erkennen. Die Kerne unterscheiden sich fast auf allen Stadien in ihrer feineren Struktur beträchtlich von denen bei *Syndinium*.

Die Schwärmerbildung wird damit eingeleitet, daß Plasmodienfragmente aus dem Wirt ausgestoßen werden. Diese Fragmente sind kugelig bis elliptisch, selten auch anders geformt, werden  $30\mu$  bis  $70\mu$ , ja, bis  $90\mu$  lang und heißen »Gonosphaeren«. Einige Minuten nach dem Freiwerden scheidet die nun von einer doppelten Membran umhüllte Gonosphaere eine dicke Gallerthülle aus. Nach etwa einer Stunde (siehe Fig. 49 B) beginnt das innerhalb der Gonosphaere befindliche Plasmodium sich vollständig umzugestalten. Auf der Oberfläche bilden sich Furchen, die immer tiefer greifen und schließlich die ganze Masse bis zum Zentrum in kleine Plasmateile von unbestimmtem Aussehen teilen. Nach weiteren zwei Stunden werden diese Teile amöboid, isoliert, sieht man sie als amöbenähnliche kleine Plasmodien mit zwei derben Geißeln (siehe Fig. 49 c). Ihre Pseudopodien sind nie fädig, nie verästelt, stets kurz und abgerundet, manchmal gekopft. Eine Differenzierung in Endo- und Ektoplasma ist nicht vorhanden. Zuerst sind

alle diese begeißelten Plasmodien durch Pseudopodien verbunden, wenn sie sich trennen, so ändern sie ihr Aussehen, indem sie anfangen, sich zu Schwärmern umzubilden. (Wir finden also in der Entwicklung von *Paradinium* zwei plasmodiale Stadien, anfangs das »initiale« und vor der Schwärmerbildung das »präsporale« Plasmodium). Nun kommen die begeißelten Plasmodien zur Ruhe, werden etwa eiförmig, um darauf aufs neue in starke Bewegung zu geraten. Inzwischen ist die Gallerthülle der Gonosphaere vollständig verloren gegangen und nach dem Platzen der inneren Hülle gelangen die Schwärmer ins Freie.

Die Schwärmer sind etwa eiförmig gestaltet (siehe Fig. 49 D); das Vorderende ist gerundet und mit einem schnabelartigen Fortsatz versehen, das Hinterende meist etwas zugespitzt. Länge  $12\mu$  bis  $14\mu$ ; Breite  $8\mu$  bis  $10\mu$ . Kern groß, am Vorderende, berührt

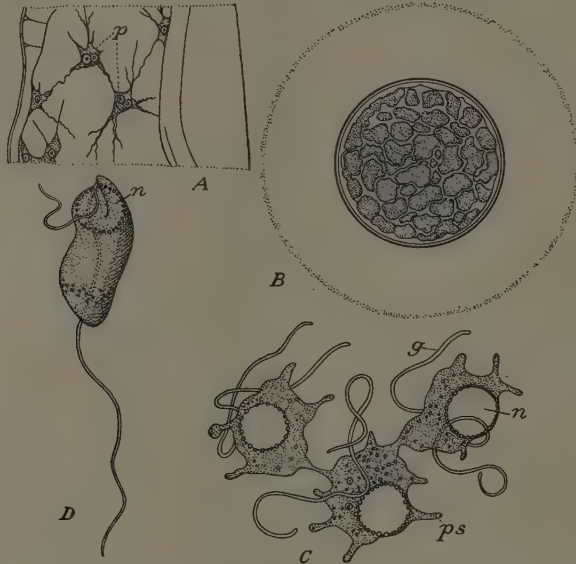


Fig. 49. *Paradinium Poucheti* Chatt. A Jüngstes Stadium des Plasmodium im Coelom des Wirtes: einige plasmodiale Zellen (*p*) mit ihren Pseudopodien; B Gonosphaere, eine Stunde nach dem Freiwerden. Außen die Gallerthülle, das Plasmodium hat sich in amöboide Elemente aufgelöst; C aus der Gonosphaere frei gewordene amöboide Zellen in Kette, *n* Kern, *g* Geißel, *ps* Pseudopodien; D Schwärmer (=Bodonispore). *n* Kern. (Nach Chatton.)

die Zellwand. An der Basis des schnabelartigen Fortsatzes in Berührung mit dem Kern inserieren die beiden Geißeln, welche sehr ungleich lang sind. Eine derselben ist von Körperlänge, die andere etwa  $2\frac{1}{2}$ mal so lang; die letztere ist nach hinten gerichtet. Die Bewegung erfolgt nicht in Schrauben, sondern ruckweise. Die Zurückführung der Gestalt der Schwärmer (=Bodonispore) auf den Dinoflagellentypus gelingt erst nach genauer Betrachtung ihrer Morphologie (rudimentäre schraubige Furche von fast einem halben Umgang um die Zelle mit entsprechender Geißel vorhanden) und durch Vergleich mit ähnlichen Schwärmern verwandter Formen (z. B. u. a. *Atelodinium*). Weiteres Schicksal der Schwärmer unbekannt. *Paradinium* scheint seinem Wirt keinen Schaden zuzufügen.

1 Art, *P. Poucheti* Chatt. — Jüngste plasmodiale Zellen im Coelom des Wirtes, siehe Fig. 49 A. Gonosphaere, siehe Fig. 49 B. Aus der Gonosphaere frei gewordene amöboide Zellen, siehe Fig. 49 C; Schwärmer (=Bodonispore), siehe Fig. 49 D.

14. *Atelodinium* Chatton, Les Péridiniens Parasites, Arch. de Zoologie exp. et gén., Tome 59, 1920. — Beide Vertreter leben im Coelom von *Paracalanus parvus* Cl. Das

Studium derselben wird durch die Tatsache erschwert, daß nicht weniger als drei sehr ähnliche Plasmodien in demselben Krebs nebeneinander vorkommen; *Syndinium* und die beiden *Atelodinium*. Oberflächlich betrachtet, ist das Plasmodium von *Atelodinium* dem von *Paradinium* sehr ähnlich, da es weniger kompakt, mehr in einzelnen Lappen verästelt auftritt, nur die Kerne sind etwa um die Hälfte kleiner ( $3\mu$  bis  $4\mu$ ; bei *A. parasiticum* allerdings erleiden sie vor der Sporenbildung eine beträchtliche Hypertrophie, sie werden dann bis  $20\mu$  groß) und entsprechend zahlreicher. Die ersten Stadien der Infektion sind nur von *A. parasiticum* bekannt, das Plasmodium ist zu dieser Zeit bereits lappenförmig verästelt. Diesen Charakter bewahrt es auch später. Kurz vor der Sporulation vergrößern sich die Kerne, wie gesagt, bei *A. parasiticum* bis auf  $20\mu$ , bei *A. microsporium* dagegen nur bis auf etwa  $5\mu$ . Von einem »ruhenden« Plasmodium kann man bei *Atelodinium* kaum sprechen; das Plasmodium geht in seiner ganzen Ausdehnung auf einmal in Sporenbildung über. Diese erfolgt im Innern des Wirtes, wie bei *Syndinium*, ist übrigens nur bei *A. microsporium* gesehen. Hier zerfällt das Plasmodium in ungleich große kugelige Stücke, die den Gonosphaeren bei *Paradinium* entsprechen; eine Gallert-hülle erzeugen dieselben jedoch nicht. Auf der Oberfläche der Kugeln bilden sich auch hier Furchen, die tiefer greifen und zur Bildung der Schwärmer führen. Letztere bleiben, bereits begeißelt, zuerst zu zweien, dreien oder vierten zusammen, um sich endlich ganz zu trennen. Sie sind viel *Gymnodinium*-ähnlicher als die Bodonisporen von *Paradinium*, eiförmig und etwa  $6\mu$  lang. Eine schraubige Furche, die fast einen Umgang um die Zelle macht, ist vorhanden, in ihr liegt eine Geißel; eine zweite Furche und Geißel ist nicht bekannt.

2 Arten. Typus: *A. microsporium* Chatt. Schwärmer, siehe Fig. 50. *A. parasiticum* Chatt., häufiger gefunden.

15. *Neresheimeria* Uebel, *Neresheimeria* nov. nom. für *Lohmanella Neresch.*, Zool. Anz., XXXIX, 1912 (Syn.: *Lohmannia* Neresheimer, *Lohmannia catenata* n. g., n. sp. Biol. Centralbl. XXIII, 1903, [non *Lohmannia* Michael]; *Lohmanella* Neresheimer, Über *Lohmanella catenata*. Zeitschr. f. wiss. Zool. LXXVI, 1904, [non *Lohmanella* Trouessart]). — Nur der Typus hinreichend bekannt. Parasit der Genitalregion von Appendicularien. Es ist wahrscheinlich, daß der Organismus ebenfalls zu den parasitischen Dinoflagellaten gehört, doch erscheint es nötig, seine Fortpflanzung während des Lebens zu studieren, um die systematische Stellung desselben endgültig sicherzustellen.

2 Arten. Typus: *N. catenata* (Neresch.) Uebel.

16. *Ellobiopsis* Caullery, Sur un parasite de *Calanus helgolandicus* Cl., appartenant probablement aux Péridiniens (*Ellobiopsis* Chattoni n. g., n. sp.). Verh. intern. Zool. Kongr. Jena 1910; *Ellobiopsis* Chattoni n. g., n. sp. parasite de *Calanus helgolandicus* Cl., appartenant probablement aux Péridiniens. Bull. Sc. France-Belgique XLIV, 1910 (Syn.: non *Ellobiopsis* Coutière 1911). — Nur ein Vertreter, auch nur sein parasitäres Stadium gesehen. Er lebt als Außenparasit auf *Calanus helgolandicus* Cl. und sieht einem *Parapodinium* ähnlich, erreicht nur (erwachsen) eine Größe von  $700\mu$ .

*E. Chattoni* Caullery.

17. *Staphylocystis* Coutière, Les *Ellobiopsidae* des crevettes bathypélagiques. Bull. Sc. France-Belgique, Paris, XLV, 1911 (Syn.: *Ellobiopsis* Coutière, Sur les *Ellobiopsis* des crevettes bathypélagiques. C. R. Ac. Sc. CLII, 1911). — Ebenfalls nur ein Vertreter im parasitischen Stadium gesehen. Lebt als Außenparasit auf *Pasiphaea tarda* Kröy und besteht aus einem Büschel von Schläuchen, die besonders an den Enden gliederförmig abgeteilt sind.

*St. racemosus* Coutière.

18. *Ellobiocyctis* Coutière, Les *Ellobiopsidae* des crevettes bathypélagiques, Bull. Sc. France-Belgique, Paris, XLV, 1911 (Syn.: *Ellobiopsis* Coutière, Sur les *Ellobiopsis* des crevettes bathypélagiques, C. R. Ac. Sc., CLII, 1911). — Sieben Arten werden angegeben, doch kennt man auch hier nur die parasitischen Stadien, die, von Gestalt ei- bis schlauchförmig, oft in Glieder abgeteilt, sich als Außenparasiten auf pelagischen Krebsen finden.

*E. caridarum* Cout., Länge  $50\mu$  bis  $1\text{ mm}$ .

19. *Parallobiopsis* B. Collin, Sur un Ellobiopside nouveau parasite des Nébalies (*Parallobiopsis* Coutieri n. g., n. sp.). C. R. Ac. Sc. Tome CLVI, 1913. — Nur der Typus



Fig. 50. *Atelodinium microsporium* Chatt. Schwärmer. (Nach Chatton.)

im parasitären Stadium bekannt, Außenparasit auf *Nebalia bipes* O. Fabr. Die Zellen sind mit einem Saugnapf am Wirte befestigt, zuerst ellipsoidisch und nur etwa  $5\mu$  lang, dann wachsen sie und ergeben ein schlauchförmiges, in Glieder abgeteiltes Gebilde. Die Wachstumszone liegt vermutlich im ersten Gliede, die unbekannten Sporen werden auf eigenartige Weise vom letzten Gliede der Kette gebildet.

P. Coutieri B. Collin.

#### 4. Klasse: **Amphilothes** Lindem., n. nom.

Syn.: *Amphilothioida*. Kofoid et Swezy emend., The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921, Seite 107.

Peridineenartige, auch abweichend gestaltete Zellen mit Innenskelett. Wenigstens die Querfurche ist deutlich, fehlt nur bei *Achradina*-Arten. Die Kerne sind anscheinend stets wie bei den Dinoflagellaten gebaut. Innenskelett wahrscheinlich nur bei den *Gymnasteraceae* verkieselt. Ausschließlich marine Formen.

##### Einteilung der Klasse Amphilothes in Familien.

- A. Das Innenskelett liegt mehr oberflächlich und ist in Essigsäure (oder doch in Verbindung mit Chlorzinkjod) löslich; der Teil, welcher in der hinteren Zellhälfte liegt, ist ein Netzkorb oder eine von Poren durchsetzte Halbkugel . . . 1. **Amphilotheaceae**.
- B. Das Innenskelett liegt tief in der Zelle und ist in Essigsäure unlöslich; wahrscheinlich ist es stets verkieselt. Es besteht aus Sternen oder einem Spangengerüst . . . 2. **Gymnasteraceae**.

#### **Amphilotheaceae** Lindem., n. nom.

Syn.: *Amphilothidae* Kofoid emend., New species of Dinoflagellates, Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. 50, Nr. 6, 1907; *Amphitholidae* Kofoid et Michener, New Genera and Species of Dinoflagellates, Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. 54, 1911 (Wohl nur ein *Lapsus*); *Amphilothiidae* Kofoid et Swezy, The free-living unarmored Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. 5, Berkeley, 1921.

*Amphilothes* mit mehr oberflächlich liegendem Innenskelett, welches in Essigsäure (oder doch in dieser in Verbindung mit Chlorzinkjod) löslich ist. Dasselbe ist in der hinteren Zellhälfte entweder gerundet-kegelförmig gestaltet und aus netzförmigen Leisten zusammengesetzt oder halbkugelig und mit Poren durchsetzt. Eine Hülle ist nicht vorhanden; die Querfurche ist stets sehr deutlich. In der hinteren Zellhälfte ein großer Zellkern. Marin.

##### Einteilung der Familie.

- A. Das Innenskelett der vorderen Zellhälfte besteht aus einem fünfstrahligen Stern 1. **Monaster**.
- B. Das Innenskelett der vorderen Zellhälfte ist gerundet-kegelförmig, mit Netzleisten versehen oder von Poren durchsetzt . . . 2. **Amphilothus**.

1. **Monaster** Schütt, Peridineen der Plankton-Expedition. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, 4. M. a. A., 1895. — Nur eine Art bekannt, *M. rete*: diese Form auch nur in einem Exemplar gesehen. Die rosa gefärbte Zelle doppelkegelförmig mit deutlicher Querfurche, Hülle nicht festgestellt. In dem vorderen Teile der Zelle eine große Vakuole, im hinteren der große dinoflagellatenartige Kern. Das Innenskelett der vorderen Zellhälfte besteht aus einem fünfstrahligen Stern, dessen Arme von dem Vorderende der Zelle nach der Querfurche ausstrahlen; das Skelett der hinteren Zellhälfte aus einem gerundet-kegelförmigen, mit Netzleisten versehenen Gehäuse (»Netzgehäuse«). Dieses Skelett zerfiel ohne Kohlensäureentwicklung in konz. Essigsäure in eine Anzahl Stücke, in Verbindung mit Chlorzinkjod löste es sich in zwölf Stunden auf. Es besteht also nicht aus Kieselsäure. (Länge der Zelle?)

2. **Amphilothus** (Schütt) Kofoid, zuerst genannt in: New Species of Dinoflagellates. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. 50, Nr. 6, 1907 (Syn.: *Amphitholus* Schütt, Peridineen der Plankton Exp. Ergebn. d. Plankton-Exp. der Humboldt-Stiftung, 4. M. a. A., 1895; Der Schütt'sche Name ist von Haeckel (Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger, 1887, Teil I, S. 663) präokkupiert. Siehe auch: Poche, das Sy-

stem der Protozoa, Arch. f. Protistenk. Bd. 30, 1913, S. 164). — Zellen gerundet-doppelkegelförmig bis ellipsoidisch. Querfurche stets deutlich, äquatorial. Längsfurche bei *A. quincuncialis* deutlich eingesenkt, fast bis an beide Zellenden reichend. Bei *A. elegans* braune Chromatophoren. Die Struktur des Innenskeletts unterscheidet sich etwas bei beiden Vertretern. Dasselbe ist bei *A. quincuncialis* überall gleichartig, es ist nur von Poren durchsetzt, die zwischen Papillenreihen liegen, während es bei *A. elegans* netzförmig und auf beiden Zellhälften verschieden gestaltet ist. Die Netzmaschen der vorderen Zellhälfte sind hier bedeutend weiter als auf der hinteren Zellhälfte; in den ersteren befindet sich je eine Grundmembran mit Porus. Dieser Panzer ist ohne Blasenbildung in Essigsäure löslich. Im hinteren »Netzkorb« liegt ein großer dinoflagellatenähnlicher Kern. Die Zelle macht lebend den Eindruck eines gepanzerten Peridiniums; bei Behandlung



Fig. 51. *Amphilothus elegans* (Schütt) Kof. Innenskelett. (Nach Schütt.)



Fig. 52. *Gymnaster pentasterias* (Ehrbg.) Schütt. Die vier Skelettsterne (S die beiden kleinen Sterne). (Nach Schütt.)



Fig. 53. *Achradina sulcata* Lohm. (Nach Lohmann.)

mit geeigneten Reagentien vermag jedoch das Plasma in dicker Schicht über das Skelett zu treten. (Länge?)

2 Arten, *A. elegans* (Schütt) Kofoid; Innenskelett siehe Fig. 51. *A. quincuncialis* Kofoid.

## Gymnasteraceae Lindem., n. nom.

Syn.: »*Gymnasteracei*« Schütt, Sulla formazione scheletrica intracellulare di un Dinoflagellato, Neptunia 10, 1891, ist kein wissenschaftlicher, sondern ein italienischer Name; *Gymnasteridae* Poche, Das System der Protozoa. Arch. f. Protistenkunde, Bd. 30, 1913, S. 165.

*Amphilothales* mit tief mitten in der Zelle liegendem Innenskelett, welches in Essigsäure unlöslich ist. Dieses Skelett besteht entweder aus getrennten Stücken oder aus einem einheitlichen Spangengerüst. Die Zellen sind angeblich hüllenlos, nur in einem einzigen Falle ist eine *Glenodinium*-artige Hülle gesehen. Die beiden Furchen der Dinoflagellaten sind in einzelnen Fällen gänzlich verschwunden, bei anderen Formen sind sie deutlich vorhanden. Über die Kernstrukturen ist wenig bekannt. Länge 21  $\mu$  bis 54  $\mu$ . Marin.

### Einteilung der Familie.

- A. Das Innenskelett besteht aus vier getrennten Stücken, zwei großen und zwei kleinen Sternen  
1. *Gymnaster*.  
B. Das Innenskelett besteht aus einem einheitlichen Spangengerüst . . . . 2. *Achradina*.

1. *Gymnaster* Schütt, Sulla formazione scheletrica intracellulare di un Dinoflagellato. Neptunia 10, 1891. — Zellen fast kugelig, äußerlich von einem *Gymnodinium* nicht zu unterscheiden. Querfurche fast äquatorial, bei richtiger Orientierung der Zelle wohl etwas linksgewunden. Längsfurche fast eine gerade Linie, bis an die beiden Zellenden reichend. Plasma ungefärbt; deutlich aus einer äußeren granulierten Schicht und einer inneren kugelförmigen Masse bestehend (s. a. Seite 18). Die Struktur des Kernes soll dinoflagellatenartig sein. Chromatophoren werden angegeben. In der lebendigen Zelle sieht

man einen zentralen kugeligen Schatten, der das Innenskelett enthält. Isoliert stellt sich dasselbe dar in der Form von zwei großen und zwei kleinen Sternen. Die großen Sterne bestehen aus einer kreisförmigen Grundplatte (Durchmesser  $13\mu$ ) und fünf in einem Winkel von  $72^\circ$  Grad angebrachten Armen. Grundplatte mit einem Zentralknoten (oder -Ring), von dem fünf Leisten ausgehen, die sich in die Arme fortsetzen. An der Peripherie der Grundplatte ein Leistenring. Alle Leisten können stark geflügelt sein. Diese beiden großen Sterne stehen sich so gegenüber, daß die Arme sich berühren und ein kugeliger Raum von ihnen umschlossen wird. Die beiden kleinen Sterne können als Anlagen der Grundplatten von großen Sternen angesehen werden und sind demgemäß gestaltet; sie liegen seitlich. Alle Skelettelemente bestehen wahrscheinlich aus Kieselsäure (konz. Salzsäure und Glühen veränderten sie nicht). Länge der ganzen Zelle  $50\mu$ . Es ist anzunehmen, daß *Gymnaster* marin-kosmopolitisch ist.

3 Arten werden angegeben. Typus: *G. pentasterias* (Ehrbg.) Schütt; Skelettsterne siehe Fig. 52. Die Zellkörper der übrigen Arten sind unbekannt; Skelettelemente im Plankton des Meeres (auch fossil) gefunden (Ehrenberg, Haeckel).

2. **Achradina** Lohmann, Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, N. F., Bd. 7, 1903. Siehe auch: Archiv f. Biontologie, Bd. IV, Heft 3, 1920, Berlin, Seite 138 ff. — Gestalt der Zellen wechselnd; bald breiter, bald schmal wie eine Lanzenspitze. *A. sulcata* besitzt eine deutliche Querrfurche und eine *Glenodinium*-artige Hülle, hat mithin die übliche Gestalt der Peridineen; die übrigen Formen weichen stark ab, eine Hülle ist bei ihnen nicht nachgewiesen. Die Zellen dieser letzten Formen sind sehr empfindlich; Geißeln sind nicht gesehen. *Achradina* ist farblos bis gelb oder bräunlich. Das Innenskelett besteht aus einem einheitlichen Spangengerüst; charakteristisch sind seitliche Längsspannen, die durch quere Spannen verbunden werden. Eine mittlere Längsspanne kann vorhanden sein oder fehlen. Das Skelett von *A. pulchra* war in Essigsäure unlöslich. Länge der Zellen  $21\mu$  bis  $54\mu$ . Ausschließlich marine Formen, die sowohl im kalten Wasser (Falkland- und Südäquatorialstrom, in letzterem in größter Volksmasse auftretend), als auch in tropischen Gebieten (Guineastrom) vorkommen. Ebenfalls in der Flachsee vor Pernambuco.

4 Arten, *A. sulcata* Lohm. siehe Fig. 53. *A. pulchra* mit seichter (eine Querrfurche andeutender) Einbuchtung.

## 5. Klasse: Kolkwitziiellales Lindem., n. Kl.<sup>1)</sup>

Von den *Diniferae*, deren Panzer ungetäfelt ist, wohl die ursprünglichsten; weichen im Habitus wenig von der Gattung *Peridinium* ab. Gestalt der Zellen ellipsoidisch bis (senkrecht zur Querrfurche) abgeplattet. Der Panzer besteht stets aus einem Stück (ist niemals aus einzelnen Platten zusammengesetzt). Von den beiden Furchen ist die Querrfurche sehr deutlich sichtbar, dieselbe liegt etwa äquatorial. Der Bau der Protoplasten ist wenig bekannt. Länge  $25\mu$  bis  $85\mu$ . Nur zwei Familien beschrieben. Marin; zwei Formen aus dem Süßwasser.

### Einteilung der Klasse Kolkwitziiellales in Familien.

A. Zellen senkrecht zur Querrfurche scheibenähnlich zusammengedrückt

1. **Ptychodiscaceae.**

B. Höchstens etwas dorsiventral zusammengedrückt; Querrfurche äquatorial oder nach hinten verschoben . . . . . 2. **Kolkwitziiellaceae.**

## Ptychodiscaceae Lemmermann.

Ergebnisse einer Reise n. d. Pacific, Abh. d. Naturw. Vereins zu Bremen. Bd. 16, 1900. Syn.: *Ptychodiscaceae* Schütt, E. P., 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896, Seite 17; *Ptychodiscidae* Kofoid, New Species of Dinoflagellates, Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard, Vol. 50. 1907.

Nur die Gattung *Ptychodiscus* Stein bekannt. *P. noctiluca* Stein (Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883, Seite 28) wurde zuerst in einer *Salpa* gesehen.

<sup>1)</sup> Siehe auch *Oxytoxum* S. 98.

(Siehe Fig. 54.) Gestalt linsenförmig; zwei Schalen, die ungleich groß sind und statt durch eine Querrfurche durch ein dünnhäutiges Band zusammengehalten werden. Eine Schale mit »Stabplatte«, die andere mit dreieckigem Ausschnitt. Nach Schütt's Deutung ist dieser Ausschnitt als Längsfurche anzusehen, dann wäre die größere Schale die Hypovalva, nicht, wie Bütschli will, die Epivalva. Lebend nicht beobachtet. In neuerer Zeit hat Kofoid (New Species of Dinoflagellates, Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard, Vol. 50, 1907) noch eine zweite Art beschrieben: *P. carinatus* (»Albatros«-Exp.). Querdurchmesser  $90\mu$ , Länge  $28\mu$ . An derselben beobachten wir zwei entsprechende (konkave) Schalen, die aber hier durch eine deutliche Querrfurche getrennt sind. Auch die Längsfurche ist angedeutet, aus derselben ersehen wir, daß bei *P. carinatus* sicher die kleinere Schale die Hypovalva ist. Die Oberfläche des Panzers zeigt keine Poren oder Areolierung. Nach in Formalin konserviertem Material beschrieben. (*P. inflatus* Pavillard [Trav. Inst. Bot. Montpellier, Sér. mixte, Mém. 4, 1916, S. 12] einmal im Golf v. Lyon.)

## Kolkwitiellaceae Lindem., n. Fam.

Gestalt der Zellen etwa ellipsoidisch, dorsiventral meist wenig zusammengedrückt. Die Querrfurche ist kreisförmig oder fast so, liegt äquatorial oder weit nach hinten



Fig. 54. *Ptychodiscus noctiluca* Stein. (Nach Stein.)



Fig. 55. *Lissaiella obrae* (Lindem.) Lindem. Von der Seite. (Nach Lindemann.)



Fig. 56. *Kolkwitiella saelebrosa* Lindem. Ventralansicht. (Nach Lindemann.)

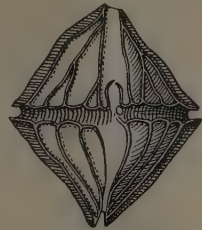


Fig. 57. *Lophodinium polylophum* (v. Daday) Lemm. Ventralansicht. (Nach Lemmermann.)

verschoben. Panzer ungefärbt oder braun bis grau, nicht aus Platten zusammengesetzt. Ernährung wahrscheinlich holophytisch. Länge  $25\mu$  bis  $85\mu$ . Süßwasser, marin und aus Lagunen.

### Einteilung der Familie.

- A. Panzer braun oder grau gefärbt, lebende Form bräunlich bis schwarz. Panzer ohne Flügelleisten; Süßwasser . . . . . 2. *Kolkwitiella*.
- B. Panzer ungefärbt.
  - a. Hypovalva sehr klein, deckelförmig mit zentraler Spitze . . . . . 1. *Lissaiella*.
  - b. Beide Valven annähernd gleich groß.
    - a. Die ganze Zelle mit breiten, auffälligen Flügelleisten versehen, aus Lagunen . . . . . 3. *Lophodinium*.
    - β. Zelle ohne solche Flügelleisten, mit kurzem Apikalhorn (marin) . . . . . 4. *Berghiella*.

1. *Lissaiella* (Lindem.) Lindemann n. nom. (Syn.: *Amphidinium* Lindemann, Unters. üb. Süßwasserperidinen u. i. Variationsformen, I. Arch. f. Protok., Bd. 39, 1918). — Gestalt der Zellen etwa ellipsoidisch, am antapikalen Pol dreieckig verkürzt. Apikaler Teil abgerundet, keine Apikalöffnung. Dorsiventral nicht zusammengedrückt. Hypovalva sehr klein, flach-kegelförmig mit zentraler Spitze. Querrfurche anscheinend kreisförmig. Hülle panzerartig, doch weniger stark als bei den übrigen Vertretern der Familie; ungefärbt, glatt. Keine Spur von Täfelung beobachtet. Zellinhalt unbekannt. Länge etwa  $25\mu$ , Breite  $20\mu$ . Süßwasser (vielleicht erhöhter Salzgehalt), zusammen mit *Heterocapsa*.

Nur eine Art, *L. obrae* (Lindem.) Lindem., siehe Fig. 55.

2. **Kolkwitiella** Lindemann, Untersuchungen über Süßwasserperidineen u. ihre Variationsformen, I. Archiv f. Protistenkunde, Bd. 39, Heft 3, 1918. — Bisher nur zwei Arten bekannt. Zellen, ventral gesehen, rundlich-dreieckig; Spitze des apikalen Poles leicht markiert (Apikalöffnung nicht beobachtet), hintere Ecken abgerundet. Dorsiventral  $\pm$  zusammengedrückt. Querfurche wenig hinter der Mitte, daher Valven fast gleich groß; Längsfurche bei einer Art grabenförmig eingesenkt, bei beiden Arten bis fast an den antapikalen Pol gehend. Epivalva in ventraler Ansicht dreieckig mit konvexen Seiten, Hypovalva stumpf gerundet. Der Panzer ist stark und hat eine braune bis graue Färbung; er ist fast glatt oder auf der Oberfläche rau, indem sich in diesem Falle auf ihm kleine, von oben nach unten gerichtete längliche Grübchen befinden. Zellinhalt lebend dunkelbraun bis schwarz, daher nur große Körner zu erkennen. Ernährung wahrscheinlich holophytisch. Länge 40  $\mu$ , Breite 48  $\mu$ . In Süßwasserseen.

*K. salebrosa* Lindem., siehe Fig. 56. *K. gibbera* (Lindem.) Lindem. (Arch. f. Prot., Bd. 47, 1924) mit buckelförmig herausgetriebener Hypovalva.

3. **Lophodinium** Lemmermann, Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, Bd. III, Leipzig, 1910, Seite 637. — Bisher nur ein Vertreter bekannt. Zelle doppelkegelförmig, dorsiventral etwas abgeplattet, vorn schräg abgestutzt, hinten zweispitzig. Apikalöffnung fehlt. Valven gleichgroß, an der Oberfläche mit hohen Längskämmen versehen. Querfurche äquatorial, kreisförmig, mit breiten Flügelleisten. Längsfurche vom Apex bis zum Antapex und darüber hinaus bis auf die Mitte der Dorsalseite der Hypovalva reichend. Bau des Protoplasten nicht bekannt. Länge bis 85  $\mu$ , Breite bis 67  $\mu$ . Aus einer Lagune in Paraguay (Estia Postillon).

*L. polylophum* (v. Daday) Lemmermann, siehe Fig. 57 (= *Glenodinium polylophum* v. Daday, Zoologica, Heft 44, S. 23, Taf. I).

4. **Berghiella** Kofoid et Michener, New Genera and Species of Dinoflagellates; Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard, Vol. 54, Nr. 7, 1911. — Von der Form einer sphärischen *Gonyaulax* mit kurzem, niedrigen Apikalhorn. Apex vorhanden. Querfurche fast äquatorial, mit strukturlosen hyalinen Rändern, schwach schraubig; die Schraubenhöhe beträgt weniger als die Breite der Querfurche. Epivalva etwas größer als die Hypovalva. Panzeroberfläche ohne Spuren von Interkalarstreifen und Retikulation, nur schwache Areolen angedeutet. Eine Linie von Poren vor der Querfurche. Zellinhalt vakuolisiert. Kern nierenförmig. Länge 65  $\mu$ . Marin. (»Albatros«-Exp.)

*B. perplexa*, vorläufig beschrieben.

## 6. Klasse: Dinophysiales Lindem., n. Kl.

Diese Klasse erscheint durch übereinstimmende Organisation recht geschlossen. Allerdings ist die äußere Gestalt der einzelnen Vertreter sehr verschieden: annähernd kugelige Formen wechseln mit seitlich stark zusammengedrückten, manche entwickeln breite charakteristische Flügelleisten, manche sind stabförmig gestaltet, andere besitzen lange Hörner. Immer aber erkennt man eine seitliche Symmetrie (rechte und linke Schalenhälfte), sowie die Tatsache, daß die (meist von breiten Flügelleisten eingefasste) Querfurche stark nach vorne verlagert ist (manchmal ist sie ganz ans Vorderende gerückt). Die Epivalva ist daher  $\pm$  reduziert. Panzer nicht aus Tafeln zusammengesetzt; man kann drei Zonen oder Segmente unterscheiden, die Epivalva, die Querfurche und die Hypovalva, jede dieser Zonen besteht aus rechter und linker Hälfte. Die rechte und linke Panzerhälfte trennen sich bei der Teilung. Ernährung wahrscheinlich holophytisch, doch wurden Chromatophoren zuweilen nicht gesehen. Länge 28  $\mu$  bis 1400  $\mu$ . Ausschließlich marine Formen.

### Einteilung der Klasse Dinophysiales in Familien.

A. Gestalt der Zellen etwa kugelig, keilförmig (»sackförmig«), zuweilen seitlich stark zusammengedrückt, mit oft sehr breiten Flügelleisten, doch nie mit Hörnern

1. Dinophysiaceae.

B. Gestalt stab- bis nadelförmig (auch verzweigt) oder Mittelkörper der Zelle mit zwei sehr langen antapikalwärts gerichteten Hörnern . . . . . 2. Amphiseleniaceae.

## Dinophysiaceae Pavillard.

Recherches sur les Périдиниens du Golfe du Lion. Trav. de l'Inst. Bot. de l'Univ. de Montpellier, sér. mixte, Nr. 4., Cette, 1916.

Syn.: *Dinophyida* Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten; Morphol. Jahrb., Bd. 7, 1882; *Dinophysida* Bütschli, »*Dinoflagellata*« in »Protozoa« (Bd. I. 1883—87) in »Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs«, Leipzig und Heidelberg; *Dinophysinae* Delage et Hérouard, Traité de Zoologie concrète. I. Paris, Schleicher, 1896; *Dinophyseae* Schütt, in E. P., 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896, Seite 26; *Dinophysaceae* Lemmermann, Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific, Abh. d. Naturw. Vereins zu Bremen, Bd. 16, 1900; *Dinophysidae* Kofoid, *Dinoflagellata* of the San Diego Region II: »On *Triposolenia*, a new genus of the *Dinophysidae*«, Univ. of Calif. Publ. Zool., Vol. 3, Nr. 6, 1906.

Gestalt fast kugelig, keilförmig, »sackförmig«; seitlich  $\pm$  zusammengedrückt (manchmal ganz abgeplattet). Nach der seitlichen Symmetrie unterscheiden wir eine rechte und linke Schalenhälfte, die sich leicht trennen lassen. Drei Zonen, wie erwähnt. Zuweilen bilden die Querfurchenrandleisten breite trichterförmige Kragen oder es finden sich auffallende sagittale Flügelleisten. Die Querfurche ist ganz oder doch fast ganz nach vorne gerückt, daher ist die Epivalva meist stark reduziert. In den Randleisten der Querfurche bei einigen Vertretern braune Phaeosomen, bei *Citharistes* im Hohlraum des gekrümmten Körpers. Länge etwa  $28\mu$  bis  $150\mu$ . Marin.

### Einteilung der Familie.

#### A. Hypovalva nicht hufeisenförmig gekrümmt.

##### a. Randleisten der Querfurche mäßig entwickelt.

$\alpha$ . Die Epivalva ragt meist sehr deutlich über die Grundebene des von den Querfurchenrandleisten gebildeten Kragens hervor, Zelle seitlich nicht oder doch nur wenig abgeplattet.

I. Die Längsfurche greift weit auf die Epivalva hinüber (etwa  $\frac{2}{3}$  des Abstandes von der Querfurche zum vorderen Pol) . . . . . 1. *Pseudophalacroma*.

II. Die Längsfurche greift nicht oder kaum auf die Epivalva hinüber 2. *Phalacroma*.

$\beta$ . Die Epivalva ragt nicht oder doch kaum über die Grundebene des von den Querfurchenrandleisten gebildeten Kragens hervor, Zelle in der Regel seitlich stark abgeplattet

##### 3. *Dinophysis*.

b. Randleisten der Querfurche breit und auffällig entwickelt (die vordere trichterartig), einen ringförmigen Hohlraum für Phaeosomen bildend. Querfurche dorsalwärts verbreitert. Hypovalva mit großen, sagittalen Flügelleisten.

$\alpha$ . »Trichter« (vordere Randleiste der Querfurche) ungestielt, mit breiter Öffnung dem Schalenrand aufsitzend. Epivalva schmal, lang . . . . . 4. *Ornithocercus*.

$\beta$ . »Trichter« gestielt, mit kleiner, runder Öffnung der Schale aufsitzend. Epivalva rund, verschwindend klein . . . . . 5. *Histioneis*.

#### B. Hypovalva durch hufeisenförmige Krümmung einen dorsalen Hohlraum (Phaeosomentasche) bildend, der durch einen dorsalwärts nach vorn zurückgebogenen Endstachel gedeckt wird

##### 6. *Citharistes*.

1. *Pseudophalacroma* Jörgensen, Mediterranean *Dinophysiaceae*; Report on the Danish Oceanographical Expeditions 1908—1910 to the mediterranean and adjacent Seas. Vol. II, J. 2, 1923. — Ein Vertreter, nämlich das bisherige *Phalacroma nasutum* Stein, welches seiner Besonderheiten wegen abgetrennt wurde. Wie *Phalacroma* (s. d.), abweichend besonders durch das Übergreifen der Längsfurche bis zu  $\frac{2}{3}$  der Entfernung Querfurche-apikaler Pol, wo die Längsfurche ein deutliches abgerundetes Ende besitzt. Ob dieses Ende als »Apex« bezeichnet werden kann, bleibt dahingestellt. Länge  $45\mu$  bis  $50\mu$ .

2. *Phalacroma* Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883. — Gestalt zuweilen kugelig bis eiförmig, manchmal keilförmig (die Epivalva sehr abgeflacht, gleich einem Deckel), das hintere Ende verjüngt oder mit sagittal liegenden Flügelleisten versehen. Seitlich meist bedeutend geringer zusammengedrückt als die Formen der nächsten Gattung. Furchen nicht vertieft, meist nur an den Randleisten kenntlich. Die Querfurche ist nahe ans vordere Ende gerückt, fast kreisförmig. Epivalva flach bis hoch gewölbt. Längsfurche (»Gürtelschloß«) nicht furchenartig vertieft, gerade, kurz, von der Querfurche etwa bis  $\frac{2}{3}$  der Körperlänge ventral nach

hinten reichend. Geißelspalte in der Längsfurche, nahe an der Querfurche. Aus je zwei Platten besteht der Panzer der Epivalva, Querfurche und Hypovalva; Trennungslinien sagittal. Oberfläche der Platten entweder mit kleinen getrennten Poroiden versehen oder fein bis sehr grob areoliert; Poren in ersterem Falle zerstreut zwischen den Poroiden, in letzterem je 1 Porus im Zentrum jeder Netzaeole. Randleisten der Querfurche deutlich, aber nicht auffallend breit entwickelt, fast horizontal vom Körper abstehend, nicht trichterartig. Randleisten der Längsfurche kräftige, senkrecht vom Körper abstehende, ebene, flügelartige Platten; rechte Flügelleiste kleiner, ohne Stacheln, linke kräftiger und größer, »meist mit drei kräftigen Stacheln, aus 2 Teilen bestehend, am Mittelstachel aus getrennten Teilen bestehend, wovon der vordere zur linken, der hintere zur rechten Panzerhälfte gehört« (Schütt). Das hintere Körperende kann noch, sagittal gestellt, eine kleine dreieckige Flügelleiste mit Mittelstachel oder eine größere Leiste mit Stacheln tragen. Chromatophoren vorhanden (dann oft sehr reichlich auf die Randzone des Plasmas beschränkt) oder fehlend. Plasma farblos, rosa oder gelbgrün. Kern rundlich bis eiförmig, in der hinteren Zelhälfte dem mittleren Rückenteil der Sagittalnaht genähert. Zwei sehr große Sackpusulen, rund, länglich einfach, beutelförmig, gerade oder gekrümmt, nieren-

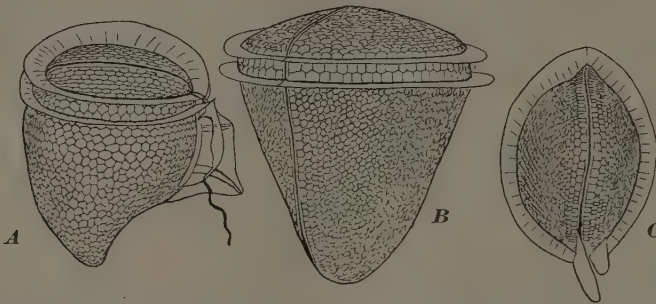


Fig. 58. *B. Phalacroma cuneus* Schütt. Rechts dorsal gesehen. A und C *Ph. rapa* Stein (= *Ph. mitra* Schütt[?]). A Rechts seitliche Ansicht, C Ansicht vom antapikalen Pol. (Nach Schütt.)

förmig bis U-förmig, meist mit breitem Ausführungskanal, die eine annähernd aequatorial im vorderen Körperteil gelagert, die andere ventral in der hinteren Körperhälfte sagittal schräg nach hinten gerichtet. Oft auffallende Einschlusskörper: Nadeln von dem Zentrum der Zelle ausstrahlend. Länge etwa  $30\mu$  bis  $150\mu$ . Marin, Warmwassergebiet.

Etwa 32 Arten. Jørgensen (Report on the Danish Oceanographical Expeditions 1908–1910 to the Mediterranean and adjacent Seas, Vol. II, J. 2. 1923) gibt für die Mittelmeerformen provisorisch fünf Sektionen an. *Ph. cuneus* Schütt, siehe Fig. 58 B. *Ph. rapa* Stein (= *mitra* Schütt [?], siehe Jørg. S. 15), siehe Fig. 58 A und C.

**3. Dinophysis** Ehrenberg, Über jetzt noch zahlreich lebende Tierarten der Kreidebildung; Abh. d. Berl. Akad. d. Wiss., 1839 (Syn.: *Heteroceras* Forti, *Heteroceras* n. g., n. sp. usw. Ber. d. Deutsch.-Bot. Ges., Bd. 19, 1901). — Gestalt eiförmig oder länglich-oval, antapikal manchmal etwas zugespitzt, zuweilen mit sagittalen Leisten und Stacheln (selten auch mit zwei hornartigen Bildungen) versehen. Seitlich meist stark abgeplattet. Zelle nie keilförmig gestaltet. Epivalva stark reduziert, klein, ragt nicht oder doch kaum über die Grundlebene des von den Querfurchenrandleisten gebildeten Kragens hervor. Diese Randleisten sind gewöhnlich schräg nach vorne gerichtet, die vordere ist trichterartig. Im übrigen entsprechen Panzer und Inhalt der Gattung *Phalacroma*. Gefärbte Formen nicht gesehen. Besondere Einschlüsse: bei einer Art am Hinterende kleine, doppeltlichtbrechende Körner. Länge etwa  $28\mu$  bis  $100\mu$ . Marin. Koloniebildung einmal beobachtet (Weber van Bosse). Einige Vertreter mit Leuchtvermögen (Aufblitzen bei mechanischer Reizung).

Etwa 30 teilweise schwer abzugrenzende Arten, auch im Gebiet des kalten Wassers. Jørgensen (siehe bei *Phalacroma*) gibt für die Mittelmeerformen sechs Sektionen an. *D. acuta* Ehrenberg, siehe Fig. 59 A–C.

4. *Ornithocercus* Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883 (Syn.: *Parelion* A. Schmidt). — Gestalt oval-beutelförmig, seitlich ziemlich zusammengedrückt. Querfurchenring sehr weit nach vorn verschoben, relativ sehr breit, dorsalwärts breiter als ventralwärts, flach, kaum furchenartig vertieft, mit zwei Platten bedeckt. Epivalva auf ein sehr kleines, schmales, flaches, aus zwei durch Sagittalnabt verbundenen Plättchen bestehendes Täfelchen reduziert. Hypovalva ebenfalls aus nur zwei Platten gebildet, von der Form einer seitlich zusammengedrückten Eicalotte. Struktur

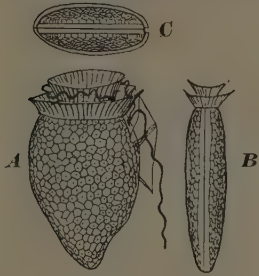


Fig. 59. *Dinophysis acuta* Ehrb. A Dorsal-rechte Seitenansicht, B Dorsalansicht, C Ansicht vom antapikalen Pol. (Nach Schütt.)

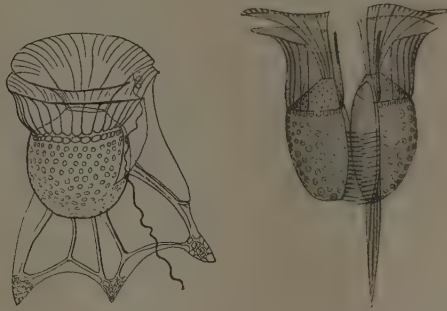


Fig. 60. *Ornithocercus magnificus* Stein. Links: rechte Seitenansicht. (Nach Schütt.) Rechts: Teilungszustand. (Nach Stüwe.)

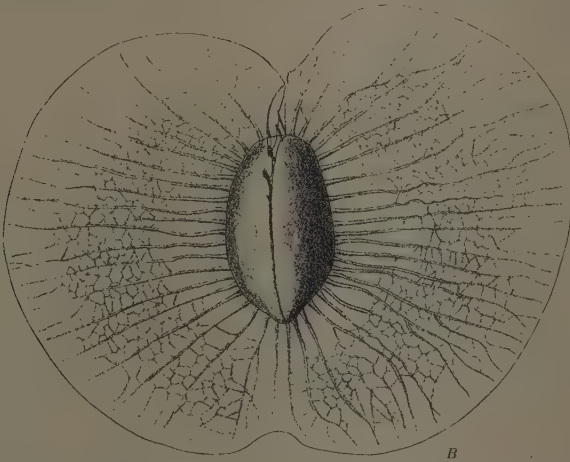


Fig. 61. *Ornithocercus splendidus* Schütt, Ansicht vom antapikalen Pol. (Nach Schütt.)

poroid bis grobmäschig areoliert, bisweilen in der Sagittalzone und in der Querfurchennähe schwächer entwickelt. Randleisten der Querfurchen auffallend, sehr stark lamellös (Flügelleisten); vordere bildet einen sehr großen, dorsal geschlossenen Trichter, mit sehr kräftiger, radialer, oft baumartig verzweigter Nervatur; hintere bildet einen meist nicht viel kleineren Trichter oder Zylinder mit starker, radialer, unverzweigter oder weniger reichlich verzweigter Nervatur. Die beiden Flügelleisten umschließen einen geräumigen, ringförmigen Raum, in dem sich oft kleine, braune, bohnenartige, plasmatische Körperchen (Phaeosomen) finden. Längsfurche (»Gürtelschloß«) nicht furchenartig vertieft, von der Querfurchen (»Gürtelring«) beginnend, auf der Ventralseite frei endigend, von sehr großen Flügelleisten eingefaßt. Rechte Flügelleiste schwächer entwickelt, wenig oder

gar nicht strukturiert; linke sehr groß, vorderer Teil bis zur Mittelrippe gehend, zur linken Panzer tafel gehörend, mit der unteren Querfurchenleiste verschmolzen. Hinterer Teil, zur rechten Panzerhälfte gehörend, von der Mittelrippe beginnend, verschmilzt mit einer großen, sagittalen, ebenplattigen, accessorischen Flügelleiste, die meist bis auf die Dorsalseite herumreicht und durch mehrere, oft verzweigte und miteinander anastomosierende Radialrippen verstärkt ist. Geißelspalte in der Längsfurche, nahe der Querfurche. Kern dorsal, sagittal hinten gelagert, groß. Chromatophoren nicht angegeben. Zwei große Sackpustulen in der Nähe der Geißelspalte. Länge meist nicht angegeben, etwa  $50\ \mu$  bis  $150\ \mu$ . Marine Warmwasserformen.

Etwa 10 Arten, *O. magnificus* Stein, siehe Fig. 60 links: rechte Seitenansicht, rechts: Teilungszustand. *O. splendidus* Schütt (Ansicht von unten), siehe Fig. 61.

5. **Histioneis** Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883. — Gestalt beutel- bis kahnförmig; die dorsoventrale Achse übertrifft öfter die seitliche an Länge. Querfurchenring sehr weit nach vorne verschoben; die Querfurche ist so stark verbreitert, daß die vordere Hälfte der Zelle (Epivalva) nahezu völlig reduziert ist und, da die Verbreiterung an der Dorsalseite stärker ist, gleichzeitig ventralwärts verschoben

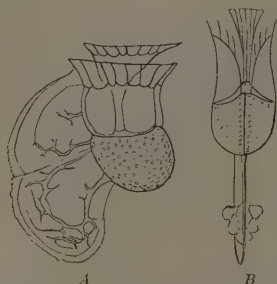


Fig. 62. A *Histioneis gubernans* Schütt.  
Linke Seitenansicht. (Nach Schütt.)  
B *H. cymbalaria* Stein. Dorsalansicht.  
(Nach Stein.)

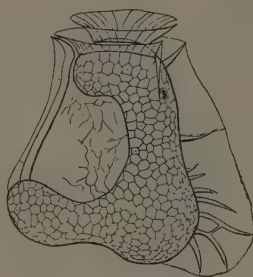


Fig. 63. *Citharistes Apsteinii*  
Schütt. Rechte Seitenansicht.  
(Nach Schütt.)

erscheint. Epivalva nur als kleines, rundes Täfelchen ausgebildet. Die obere Flügelleiste der Querfurche zu einem abnorm hohen, oft spitzen, steilen Kopptrichter ausgewachsen; die untere Flügelleiste fast von derselben Höhe, direkt nach vorne gerichtet, in der Dorsallinie unterbrochen (zwei seitliche Flügel), einen sehr großen, ringförmigen Hohlraum umschließend zur Aufnahme von braunen, bohnenartigen, plasmatischen Körnern (Phaeosomen). Längsfurche an der Querfurche beginnend, auf der Ventralseite gerade nach hinten auslaufend, rechte Flügelleiste reduziert, linke Flügelleiste abnorm nach hinten ausgewachsen, reicht häufig bis Körperlänge über das hintere Ende der ganzen Zelle hinaus. Diese Flügelleiste kann sehr verschiedene, für die Zelle charakteristische Gestalt annehmen, sie kann durch Stacheln und Rippen gestützt sein, kann in ihrer Größe  $\pm$  wechseln und schließlich merkwürdige geschwungene Formen annehmen. Chromatophoren nicht angegeben. Kern groß, eiförmig, dorsal, sagittal hinten. Länge etwa  $30\ \mu$  bis  $135\ \mu$ . Marine Warmwasserformen.

Etwa 35 Arten, *H. gubernans* Schütt, siehe Fig. 62 A. *H. cymbalaria* Stein (dorsal), siehe Fig. 62 B.

6. **Citharistes** Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883. — Gestalt gestreckt beutelförmig, fast hufeisenförmig gekrümmt, so daß der hintere Pol schräg dorsal nach vorn zeigt. Querfurchenring sehr weit nach vorne verschoben, nicht furchenartig vertieft, konvex. Epivalva auf eine kleine, aus zwei sagittal verbundenen Platten gebildete, schwach gewölbte Tafel ruduziert. Flügelleisten der Querfurche mäßig entwickelt, schräg, wie bei *Dinophysis*. Längsfurche an der Querfurche beginnend, auf der Ventralseite frei auslaufend, kurz, nicht furchenartig vertieft. Geißelspalte in der Längsfurche, nahe der Querfurche. Rechte Flügelleiste der Längsfurche wenig ent-

wickelt; linke Flügelleiste sehr ansehnlich flossenartig, bis ans Hinterende reichend, durch kräftige Rippen gestützt. Hintere, dorsalwärts umgebogene Spitze des Körpers mit einem kräftigen Hinterstachel, der nach vorne gerichtet ist und sich an die hintere Querfurchenflügelleiste nahe am Vorderende anlegt. Hinterstachel mit zwei transversalen, feinplattigen Anhängseln, die sich ventralwärts über die Höhlung des gekrümmten Körpers legen, hier einen Hohlraum umschließend, in dem eine Traube kleiner plasmatischer Körper (Phaeosomen) Platz findet. Marine Warmwasserformen. Länge in der Literatur nur einmal mit  $100\ \mu$  angegeben.

Zwei Arten, *C. Apsteinii* Schütt, siehe Fig. 63.

## Amphisoleniaceae Lindem., n. Fam.

Gestalt stab- bis nadelförmig (in letzterem Falle zuweilen verzweigt), Mittelkörper  $\pm$  verbreitert. Dies führt zu Formen, deren Mittelkörper einen langen »Hals« (an dessen verbreitertem Ende die Querfurchung) und zwei lange antapikalwärts gerichtete Hörner besitzt. Die seitliche Symmetrie der *Dinophysaceae* wird auch hier angetroffen. Querfurchenrandleisten mäßig, aber deutlich entwickelt; Querfurchung meist ganz nach vorne verschoben. Epivalva stark reduziert. Chromatophoren bei vielen Vertretern gesehen, oft fehlend. Länge etwa  $70\ \mu$  bis  $1400\ \mu$ . Marin.

### Einteilung der Familie.

A. Gestalt stab- bis nadelförmig, in letzterem Falle zuweilen verzweigt.

a. Stabförmig (kurz und dick), seitlich stark zusammengedrückt, Gestalt wie *Oxytoxum*

1. **Oxyphysis.**

b. Einer (oft sehr langen) Nadel gleichend, zuweilen verzweigt . . . 2. **Amphisolenia.**

B. Querfurchenteil der Zelle durch einen langen röhrenförmigen Hals mit dem eigentlichen Zellkörper verbunden, zwei lange, antapikalwärts gerichtete Hörner . . . 3. **Triposolenia.**

1. **Oxyphysis** Kofoid, On *Oxyphysis oxytoxoides* Gen. nov., Sp. nov., a dinophysoid Dinoflagellate convergent toward the peridinoïd Type. Univ. of California Publ. in Zoology, Vol. 28, Nr. 10, 1926. — Gestalt wie *Oxytoxum*, Panzer und Teilung jedoch wie bei den *Dinophysaceae*. Asymmetrisch-spindelförmig, seitlich zusammengedrückt, beide Enden (in Seitenansicht) zugespitzt. Fünffmal so lang wie der dorsiventrale Durchmesser an der Querfurchung. Querfurchung fast kreisförmig, deutlich vertieft; Randleisten mäßig entwickelt, dünn, hyalin. Epivalva unsymmetrisch-kegelförmig mit ungleich-konkaven Seiten; Länge etwa  $\frac{1}{3}$  der ganzen Zelle. Apex unsymmetrisch. Längsfurche kurz, greift nur ein wenig auf die Epivalva über. Randleisten dünn, hyalin; die rechte ist etwa halb so lang wie die linke, selber etwas länger als die Breite der Querfurchung. Längliche Geißelspalte in der Längsfurche, direkt hinter der Querfurchung. Hypovalva bedeutend größer als die Epivalva, gleich hinter der Querfurchung am breitesten. Antapex deutlich, gerundet, bei manchen Exemplaren trägt eine der Halbschalen am Ende einen kleinen Zahn. Teilungshälften des Panzers stoßen mit einer sagittalen zickzackförmigen Naht zusammen. Der Panzer entspricht dem bei den *Dinophysaceae*; seine Oberfläche ist gleichmäßig retikuliert, ausgenommen an den beiden Enden. Poren zerstreut, in der Mitte der Netzmaschen. Zellinhalt wenig bekannt (Formalinmaterial). Länge  $63\ \mu$  bis  $68\ \mu$ . Marin.

Bisher nur eine Art bekannt, *O. oxytoxoides* Kof., siehe Fig. 64. Zweimal gefunden: im Material der »Albatroß-Exp. und im Kanal San Pedro (Californien).

2. **Amphisolenia** Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883. — Gestalt sehr lang, spindel- bis nadelförmig, einer Packnadel gleichend oder in der Mitte  $\pm$  stark aufgetrieben (*A. inflata* Murr. et Whitt.), gerade oder gebogen, einfach oder verzweigt, am hinteren Ende oft kopfig oder flossenartig verbreitert. Querfurchenring ganz aus vordere Ende verschoben, Zelle hier in der Querfurchenebene verbreitert und dorsalwärts umgebogen. Die Epivalva besteht nur aus zwei kleinen, flachen, durch die Sagittalnaht verbundenen Plättchen. Auch die nadelförmige Hypovalva setzt sich aus zwei sagittal verbundenen Teilen zusammen. Flügelleisten der Querfurchung mäßig entwickelt, schräge, ähnlich wie bei *Dinophysis*. Längsfurche linienhaft, von der Quer-

furche aus eine kurze Strecke am halsartig verjüngten Körper entlang laufend, von zwei gut entwickelten, gleichen, doch nicht besonders auffallenden Flügelleisten begleitet. Zwischen den hinteren Enden dieser Flügelleisten liegt die Geißelspalte. Der Panzer ist nahezu strukturlos. Kern langgestreckt. Chromatophoren  $\pm$  zahlreich, rundlich, elliptisch bis zylindrisch oder unregelmäßig. Länge etwa  $100\ \mu$  bis zu  $1400\ \mu$ . Marine Warmwasserformen.

Etwa 25 Arten, *A. globifera* Stein, siehe Fig. 65.

3. *Triposolenia* Kofoid, *Dinoflagellata* of the San Diego Region II: On *Triposolenia*, a new Genus of the *Dinophysidae*. Univ. of California Publications in Zoology, Vol. 3, Nr. 6, 1906. — Zelle von charakteristischer, unverkennbarer Gestalt. An einem seitlich stark zusammengedrückten Mittelkörper sitzen sternförmig drei lange armartige Fortsätze: die beiden antapikalwärts gerichteten Hörner und am Vorderende der langgezogene



Fig. 64. *Oxyphysis oxytoroides* Kof. Ventral-rechte Seitenansicht. (Nach Kofoid.)

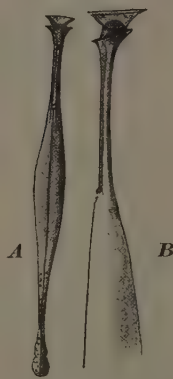


Fig. 65. *Amphisolenia globifera* Stein. A Ventralansicht, B Vordertell, linke Seitenansicht. (Nach Stein.)

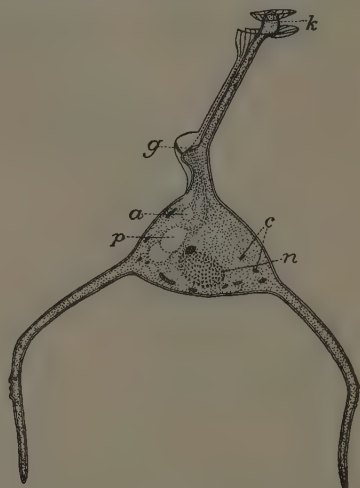


Fig. 66. *Triposolenia bicornis* Kof. Mit Zellinhalt. k »Kopf«, g Geißelpore, p Pusule, a accessorische Pusule, c Chromatophoren, n Kern. (Nach Kofoid.)

vordere Teil der Hypovalva (»Hals«), am äußersten Ende die Querfurche mit der winzigen kleinen Epivalva tragend (»Kopf«). Es ist eine sowohl laterale wie dorsiventrale Asymmetrie feststellbar (siehe Kofoid: (»On the Significance of the Asymmetry in *Triposolenia*«, Univ. of Calif. Publ. Zool. Vol. 3, Nr. 8, 1906.). Der »Kopf« trägt aequatorial die breite, nicht spiralgige Querfurche, welche von breiten, gerippten Flügelleisten eingefasst wird. Die hintere dieser Flügelleisten ist ventral plötzlich unterbrochen und läuft in der Form zweier paralleler Flügel am ganzen »Hals« entlang bis zur Geißelspalte, die sich am Mittelkörper befindet. Diese Flügel bilden die Pseudo-Längsfurche (eine andere Längsfurche, sowie eine Längsgeißel nicht gesehen), in welcher die Quergeißel, von der Geißelspalte kommend, entlang läuft, um sich dann um den »Kragen« (Querfurche) zu legen. Der ganze vordere Fortsatz (»Kopf« mit »Hals«) ist fast so lang wie der Mittelkörper, er ist gegen diesen geneigt und seitlich zusammengedrückt. Der seitlich abgeplattete Mittelkörper ist dreieckig bis sackförmig, an ihm sind die antapikalwärts gerichteten Hörner entweder hinten oder bereits vorne dorsal und ventral angeheftet. Diese Hörner sind gebogen, das dorsale ist etwas kürzer als das ventrale, sie tragen zuweilen kleine Dornen. Sie stellen also nicht, wie bei manchen *Peridinium*-Arten rechte und linke, sondern dorsale und ventrale Fortsätze dar. Der Panzer besteht, wie bei den übrigen *Dinophysiales*, aus zwei seitlichen Hälften. Zerfall der Querfurche in »Gürtelplatten« nicht gesehen.

Panzer strukturlos, hyalin; nur in einem Falle schwache Retikulation. Die Pusule mündet durch einen dünnen Kanal in die Geißelspalte. Eine oder mehrere accessorische Pusulen wurden gefunden. Kern oval, mit perlartig angeordnetem Chromatin. Plasmosomen von amyloidartigem Charakter. Selten unregelmäßige, bleich-gelblichgrüne Chromatophoren mit peripherischer Anordnung. Länge  $100\mu$  bis  $185\mu$ . Marine Warmwasserformen, meist in tieferen Regionen, selten an der Oberfläche.

8 Arten (vielleicht gehört *Amphisolenia tripos* Schütt [Nomen nudum] hierher). *T. bicornis* Kof. (mit Zellinhalt), siehe Fig. 66.

Kofoid gibt zwei Untergattungen an:

Untergatt. I. *Posterocornia*. Die Hörner entspringen vom hinteren Teile des Mittelkörpers. Typus: *T. truncata* Kof.

Untergatt. II. *Ramiciiformia*. Die Hörner entspringen vom vorderen Teile des Mittelkörpers. Typus: *T. ramiciiformis* Kof.

## 7. Klasse: Peridinales Schütt, emend.

E. P. 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896.

Syn.: *Peridinaea* Ehrenberg, Beiträge zur Kenntnis der Infusorien und ihre geographische Verbreitung, Abh. d. Berliner Akad. d. Wissenschaften, 1830; *Peridinida* Perty, Zur Kenntnis kleinster Lebensformen nach Bau, Funktionen, Systematik, mit Spezialverzeichnis der i. d. Schweiz beobachteten, Bern 1852; *Peridinina* Claparède et Lachmann, Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes, Mém. Inst. Genevois, 5, 6 und 7, 1858—61; *Peridinea* Diesing, Revision der Prothelminthen, Sitzungsber. d. K. Akad. zu Wien Bd. 52, 1866; *Peridinidae* Kent, A Manual of Infusoria, Vol. I, London, 1880—81; *Peridiniaceae* Schütt, E. P., 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt., b. 1896, Seite 9; *Peridininae* Delage et Hérouard, Traité de Zoologie concrète, I. Paris, Schleicher, 1896; *Peridineae* Lemmermann, Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific, Abh. Naturw. Verein zu Bremen. Bd. 16, 1900; *Peridinoidae* Poche, Das System der Protozoa. Arch. f. Protistenkunde, Bd. 30, 1913.

*Diniferae*, welche mit deutlicher Quer- und Längsfurche versehen sind, in welchen die zwei Geißeln liegen (nur bei den *Podolampaceae* ist die Quersfurche undeutlich). Die Hüllen sind entweder derbhäutig und durch ungleichartige größere Polygone gefeldert (Praevalvates Stadium), oder sie stellen Panzer dar, welche entsprechend aus ungleichartigen polygonalen Platten (Tafeln) bestehen (Valvates Stadium). Plasma mit oft zahlreichen Vakuolen und meist einem Pusulenapparat, welcher in die Geißelspalte mündet. Stigmen scheinen auf die Süßwasserformen beschränkt zu sein. Chromatophoren fehlen oft, meist sind sie aber anwesend, besonders bei Süßwasserformen zahlreich gelbbraun gefärbt und den übrigen Zellinhalt verdeckend. Pyrenoide sind hin und wieder gefunden. Kein intrazelluläres Skelett. Regelmäßig sieht man Stärke und Fettstoffe (besonders rotes Öl). Plasmacinschlüsse verschiedener Art: Randstäbchen, Nadeln, Fadenbündel u. a. m. Parasitische Formen fehlen bisher, dagegen kennt man einen epibiontisch lebenden Vertreter (*Glenodinium dinobryonis*). Auch polymorphe Lebenszyklen sind bisher nicht gefunden; Koloniebildung in Ketten ist selten. Gallertproduktion außerhalb der Fortpflanzungszeiten wohl möglich, doch sehr selten beobachtet. Je nach der Gruppe scheinen verschiedene Fortpflanzungsarten vorzuherrschen (s. u. »Entwicklung und Fortpflanzung«). Cystenbildung unter Abwerfung eines Panzers oder einer derbhäutigen Hülle; bei niederen Vertretern (Süßwasserformen) nehmen die Cysten verschiedene Formen an, bei den höheren pflegen sie (soweit bekannt: ausgenommen die gehörnten Cysten bei *Ceratium*) eiförmig gerundet zu sein. Länge der Zellen etwa  $12\mu$  bis  $1250\mu$ . Süßwasser und marin.

### Einteilung der Klasse Peridinales in Familien.

A. Die Hüllen sind derbhäutig und durch (meist ohne weiteres nicht sichtbare) ungleichartige größere Polygone gefeldert (überwiegend Süßwasserformen)

#### 1. Glenodiniaceae.

B. Die Hüllen stellen einen  $\pm$  starken Panzer dar, welcher aus ungleichartigen polygonalen Platten (Tafeln) besteht. In der Jugend (bei praevalvaten Stadien) ist der Panzer häutig, doch sind die Tafeln auch jetzt sichtbar.

a. Zellen mit sehr deutlicher Querfurche.

$\alpha$ . Zellen in der Querfurchenebene ganz oder nahezu kreisförmig; Epivalva bedeutend kleiner als die Hypovalva, flach, deckelförmig. Entweder finden sich lange stachelartige Fortsätze mit Zentralachse (jeder etwa so lang, wie die ganze Zelle) die in verschiedene Richtungen des Raumes ausstrahlen, oder der antapikale Pol trägt 2 bis 3 starke Dornen.

I. Fortsätze oder Stachelbildungen finden sich nur an der Hypovalva

12. *Ceratocoryaceae*.

II. Beide Valven tragen lange Fortsätze . . . . . 13. *Cladopyxiaceae*.

$\beta$ . Zellen von anderer Gestalt; es finden sich wohl häufig Dornen oder Stacheln, aber niemals so lange Fortsätze mit zentraler Achse.

I. Querfurche aequatorial bis stark nach vorne verschoben; am antapikalen Pol nur eine Endplatte (keine accessorische kleine Platte!), die in einen Dorn ausläuft oder doch scharf zugespitzt ist . . . . . 11. *Oxytoxaceae*.

II. Gewöhnlich sind mindestens zwei (oder 1p + 1at) Antapikalplatten vorhanden (selten eine, dann ohne Enddorn oder Spitze).

1. Zellen in der Richtung der durch die beiden Pole gehenden Längsachse abgeplattet bis plattgedrückt, dabei entweder gar keine oder mehr als zwei Antapikalplatten vorhanden.

\* Antapikalplatten fehlen (?) (Längsachse schiefl) 10. *Ostreopsiaceae*.

\*\* Mindestens drei Antapikalplatten vorhanden . . . 9. *Pyrophacaceae*.

2. Zellen anders geartet.

\* Mitten auf der ventralen Seite der Epivalva, dort, wo mehrere Interkalarstreifen zusammentreffen, befindet sich ein kleines, doch auffallendes Feld mit einem porenähnlichen Punkt . . . 8. *Heterodiniaceae*.

\*\* Epivalva auf der ventralen Seite ohne solchen porenähnlichen Punkt.

† Zellen mit zwei bis vier charakteristischen (offenen oder geschlossenen, oft sehr langen) Hörnern, am Apex eins (welches selten reduziert ist) und an der Hypovalva eins bis drei . . . 6. *Ceratiaceae*.

†† Zellen nicht so gestaltet.

○ Panzer auf der Oberfläche so stark mit netzförmigen Leisten besetzt, daß die Täfelung in der Regel nicht erkennbar ist; Gestalt kugelig bis eiförmig (dorsiventral nicht zusammengedrückt) . . . . . 2. *Protoceratiaceae*.

○○ Täfelung deutlich ausgeprägt

× Nur eine Antapikalplatte vorhanden, die nicht in einen Dorn ausläuft.

△ Gestalt kugelig, ohne Apex 3. *Dinosphaeraceae*.

△△ Gestalt in der Richtung der Längsachse  $\pm$  abgeplattet; Apex vorhanden, neben der Längsfurche ein Kamm, der oft bis über den Antapex hinausragt

siehe die Gattung *Diplopsalis* (*Peridiniaceae*)

×× Außer einer Antapikalplatte noch eine kleine accessorische Endplatte vorhanden . 4. *Gonyaulacaceae*.

××× Zwei Antapikalplatten vorhanden 5. *Peridiniaceae*.

×××× Drei Antapikalplatten vorhanden, von denen eine dorsal, die beiden anderen ventral liegen

7. *Goniodomaceae*.

b. Querfurche undeutlich als schmales Band entwickelt (eine deutlich eingesenkte Furche nicht vorhanden) . . . . . 14. *Podolampacaceae*.

## Glenodiniaceae Lemmermann.

Ergebnisse einer Reise n. d. Pacific, Abh. d. Naturw. Vereins zu Bremen, Bd. 16, 1900.

Syn.: *Glenodinieae* Schütt in E. P., 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896, Seite 16; *Glenodiniidae* Willey et Hickson (non Lebour!), *The Mastigophora*, in: A Treatise on Zoology. Edited by Sir Ray Lankester, T. 1, Bd. I, 1909, Seite 186; *Kyrtodiniaceae* Schilling z. T., Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz, herausg. v. A. Pascher, Heft 3, Jena, 1913; *Kryptoperidiniaceae* Lindemann z. T., Eyferth's einf. Lebensformen. Berlin-Lichterfelde, H. Bermühler, 1925.

Zellen von abgerundeter Gestalt, eiförmig bis blattähnlich. Querfurche etwa aequatorial, entweder nur halb um die Zelle gehend oder dieselbe ganz umkreisend, dann gar nicht oder doch nur wenig schraubig. Die Hülle besteht aus einer derben Haut, welche durch (meist nicht ohne weiteres sichtbare) ungleichartige größere Polygone (oder doch Polygon-ähnliche Figuren) in Felder abgeteilt ist, welche den Panzerplatten z. B. bei der Gattung *Peridinium* entsprechen. (Praevalvates Stadium; Unterscheidung von der gleichartigen Felderung bei vielen *Gymnodinium*). Nur in ganz seltenen Fällen erreicht die Hülle Panzerdicke: »Valvate Stadien« (bisher wohl nur einmal gesehen, kommt aber sicher zuweilen vor). In den meisten Fällen sind Chromatophoren vorhanden. Stigmen sind häufig. Kerne oval bis langgestreckt. Gallertbildung und geschichtete gallertartige Hüllen. Cysten häufig. Länge etwa 12  $\mu$  bis 50  $\mu$ . Überwiegend Süßwasserformen, einige marin.

### Einteilung der Familie.

- A. Die Querfurche geht nur halb um die Zelle . . . . . 1. **Hemidinium.**
- B. Die Querfurche umkreist die ganze Zelle.
  - a. Felderung der Hülle Polygon-ähnlich; Seiten der Polygonfiguren meist nicht gerade Linien, sondern unregelmäßig . . . . . 2. **Glenodiniopsis.**
  - b. Felderung der Hülle durch Polygone mit geraden Seiten . . . . . 3. **Glenodinium.**

1. **Hemidinium** Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883. — Nur zwei Vertreter bekannt. Gestalt der Zellen länglich-eiförmig, dorsiventral abgeplattet. Quer- und Längsfurche vorhanden; die Querfurche macht nur einen halben Umgang um die Zelle, ein in der Gruppe der *Peridinales* einzig dastehender Fall.

Die bekanntere und überall vorkommende Form ist *H. nasutum* Stein (siehe Fig. 67), welches in kleinen Seen bis Sümpfen gefunden wurde. Butschinsky (Die Protozoen-Fauna der Salzsee-Limane bei Odessa. Zool. Anz. 20, 1897) meldet es aus einem Salzsee (Salzgehalt 5%) Rußlands. Hier umkreist die Querfurche die linke Seite der Zelle und verläuft stark schraubig; das ventrale Ende liegt bedeutend höher als das dorsale. Quer- und Längsgeißel vorhanden. Die Chromatophoren sind gelbbraun, scheibenförmig. Im Innern des Plasmas finden sich oft rote Öltropfen und zahlreiche kleine lichtbrechende Körper. Ein Stigma ist nicht vorhanden. Der Kern ist relativ klein und fast kreisförmig, trägt die typischen Chromatinfäden der Dinoflagellaten (bisher nicht abgebildet) und liegt meist in der Zellmitte. Die genauere Untersuchung der Hülle (nach Woloszyńska, Acta Societatis Botanicorum Poloniae, Vol. III., Nr. 1, 1925) hat ergeben, daß sie ganz den Hüllen der übrigen *Glenodiniaceae* entspricht (s. Fig. 68). Es sind 6 Apikal- und 6 Praaequatorialfelder vorhanden, die Hypovalva besitzt 5 Postaequatorial-, 1 Antapikal- und ein accessorisches Feld; ein Feld ist beiden Zellhälften gemeinsam. (Von Furchenfeldern ist hier abgesehen). Hülle angeblich mit sehr feiner Areolierung und zahlreichen Poren. Felder-Ränder mit Papillen besetzt. Von besonderer Bedeutung ist die Cyste dieser Form geworden, da sie mit *Gloeodinium montanum* Klebs Ähnlichkeit hat (siehe auch Killian, Arch. f. Protistenkunde, Bd. 50, 1925). Sie ist kugelig, aus Gallertsubstanz und Zellhäuten geschichtet; die äußeren Membranen sind oft bräunlich gefärbt. Alle Schichten verquellen stark. Es werden auch mehrere Zellen in gemeinsamer Hülle gefunden. Länge der Cyste 20  $\mu$  bis 40  $\mu$ . Länge der freischwimmenden Zellen meist 20  $\mu$  bis 30  $\mu$ , doch sie werden auch bis über 40  $\mu$  lang.

*H. ochraceum* wurde zuerst von Levander (Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica, Bd. XVIII, Nr. 6, 1900) in Regenwasserlachen auf Felsen (Finnland) gefunden. Hier Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 2. 6

ist die Querfurche bedeutend nach vorne verlagert, sie umkreist ebenfalls die linke Seite der Zelle, ist aber auf beiden Enden abwärts geneigt. So geht die Längsfurche unmerklich in die Querfurche über. Zelle vorne rotbraun, hinten gelbgrün gefärbt. Kern sphaeroidal, ebenso die Dauerzellen ( $31\mu$  lang). (Siehe auch Kofoid und Swezy, The free-living unarm. Dinoflagellata; Mem. of the Univ. of California, Vol. V, Berkeley, 1921, Seite 124.). Länge  $26\mu$  bis  $33\mu$ . Lemmermann fand diese Form im Ramsö-Sund bei Helsingfors (Arch. f. Hydrob. u. Pl., Bd. 1).

Anhangsweise seien hier »Bernardinium« und »Geodinium« Chodat erwähnt, über die kein abschließendes Urteil möglich war (Bull. de la Soc. Bot. de Genève, Vol. 13 und 15).

2. **Glenodiniopsis** Woloszyńska, Polnische Süßwasser-Peridineen, Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie; Cl. d. Sc. math. et nat. Sér. B, 1916, Seite 278 (Syn.: *Glenodinium* Schilling, Die Süßwasser-Peridineen, Diss. Marburg 1891; non *Peridinium* Woloszyńska, Neue Peridineen-Arten usw., Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie 1917. Nomen nudum). —

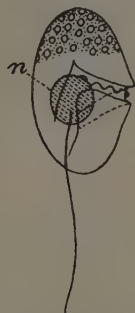


Fig. 67. *Hemidinium nasutum* Stein. Ventralansicht; n Kern, außerdem sind die Chromatophoren (oben) angedeutet und die schraubige Querfurche (auch auf der hinteren Seite, gestrichelt) ist eingezeichnet. (Nach Lindemann.)

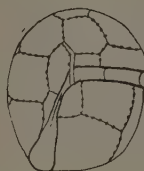


Fig. 68. *Hemidinium nasutum* Stein. Leere Hülle, ventral. (Nach Woloszyńska.)



Fig. 69. *Glenodiniopsis uliginosa* (Schill.) Wolosz. Gefelderte Hülle, ventral (Nach Lindemann.)

Nur ein Vertreter bekannt, nämlich die bisher unter dem Namen *Glenodinium uliginosum* Schilling beschriebene Form (Bezeichnung jetzt *Glenodiniopsis uliginosa* [Schill.] Wolosz.). Quer- und Längsfurche deutlich; erstere umkreist die ganze Zelle, ist etwas linkswindend, letztere auf die vordere Körperhälfte übergreifend. Hülle wie bei *Glenodinium*, nur die Polygonfelder mit unregelmäßigen Seiten (siehe auch Lindemann, Bot. Arch. V, 1—2, 1924, Seite 119). Es sind 7 Apikal- und 8 Praequatorialfelder vorhanden (siehe Fig. 69), die hintere Hüllenhälfte ist abweichend gestaltet mit 7 Postaequatorial- und 2 Antapikalfeldern (Furchenfelder nicht berücksichtigt). Chromatophoren hellgelb bis schwarzbraun. Kein Stigma. Kern (nach Woloszyńska) länglich, leicht gekrümmt. Cysten von kugelförmiger Form. Länge der Zelle etwa  $26\mu$  bis  $50\mu$ . In Mooren und Moorsümpfen.

3. **Glenodinium** (Ehrenberg) Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883 (Syn.: Ehrenberg faßte die mit einem »roten Augenfleck« versehenen Süßwasserformen zur Gattung »*Glenodinium*« zusammen; *Peridinium* Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883; *Stasizella* Woloszyńska, Polnische Süßwasser-Peridineen, Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie, Cl. des Sc. math. et nat., Sér. B, 1916; *Sphaerodinium* Woloszyńska [Ebendort]; *Kryptoperidinium* Lindemann, der Bau der Hülle bei *Heterocapsa* und *Kryptoperidinium foliaceum* [Stein] n. nom. Zugleich eine vorl. Mitt. Botan. Arch. V, 1—2, 1924). — Zellen von sehr verschiedener, doch meist abgerundeter Gestalt; zuweilen dorsiventral stark (bis blattähnlich) zusammengeedrückt. Querfurche etwa aequatorial, gar nicht oder doch nur wenig schraubig, die

Zelle ganz umkreisend. Hülle, wie oben erwähnt, derbhäutig, polygonal gefeldert; die Felderung zuweilen variabel. Sehr selten schreitet die Hülle bis zur Panzerdicke vor. Felderung sehr verschieden; die Hypovalva hat durchgehends 5 Postaequatorial- und 2 Antapikalfelder, nur bei *Gl. cinctum* finden sich 6 Postaequatoralfelder. (Über die Variation der Hüllenfelderung bei *Glenodinium* und die systematische Abgrenzung der *Glenodinium*- und verwandter Formen siehe Lindemann: »Bewegliche Hüllenfelderung und ihr Einfluß auf die Frage der Artbildung bei Glenodiniern«. »Spezielle Bemerkungen über die unters. Formen. System. Neuordnung b. nied. Peridineen«, Arch. f. Hydrob., Bd. XVI, Heft 3, 1926). In den meisten Fällen sind Chromatophoren vorhanden (wenn nicht, dann vermutlich saprophytische [auch tierische?] Ernährung). Bei den Süßwasserformen werden häufig Stigma gefunden, welche von großer, hufeisenförmiger (bei *Gl. cinctum*) bis kleiner, stäbchenförmiger Gestalt sind. Kerne, soweit bekannt, oval bis langgestreckt. Die Zelloberfläche ist bei häutigen Hüllen in der Regel glatt, nicht ausgesprochen netzförmig areoliert. Mitunter finden sich Papillen. Ungünstige Lebensverhältnisse können zu reichlicher Gallertbildung führen; die Gallerte kann flüssiger und als fester Hof auftreten. Die gewöhnliche Fortpflanzung ist die Teilung der Zelle samt

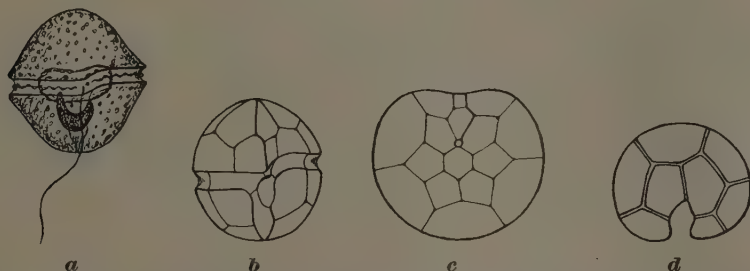


Fig. 70. *Glenodinium cinctum* Ehrbg. a Lebende Zelle von der ventralen Seite, Stigma hufeisenförmig, Kern »wurstförmig«. b Hülle von der ventralen Seite. c Felderung vom apikalen Pol. d Dieselbe vom antapikalen Pol. (Nach Lindemann.)

ihrer Hülle im beweglichen Zustande (praevalvate Teilung), doch kommt wahrscheinlich auch eine solche unter Abwerfung der Hülle vor. Die Cysten können recht verschiedene (polygonale bis eiförmige) Gestalt aufweisen. Länge etwa  $12\mu$  bis  $50\mu$ . Vorwiegend Süßwasserformen; im Meere bisher nur wenige gefunden, deren Hüllenfelderung bis auf einen Fall (*Gl. foliaceum* Stein = *Kryptoperidinium foliaceum* Lindemann, siehe Bot. Arch. V, 1—2, 1924) unbekannt ist.

Etwa 20 Arten. *Gl. cinctum* Ehrbg., lebende Zelle von der ventralen Seite siehe Fig. 70 a; Hülle: ventrale Ansicht siehe Fig. 70 b; vom apikalen Pole siehe Fig. 70 c; vom antapikalen Pol siehe Fig. 70 d.

## Protoceratiaceae Lindem., n. Fam.

Diese Familie umfaßt solche Formen, deren Hülle ein starker Panzer ist; dieser Panzer ist jedoch auf der Oberfläche mit so starken netzförmigen Leisten besetzt, daß die Täfelung in der Regel nicht erkennbar ist. Gestalt der Zellen kugelig bis eiförmig. Querfurchen schwach linkswindend, höchstens etwa eine Querfurchenbreite als Schraubenhöhe. Die Täfelung dieser Formen, soweit sie bisher bekannt ist, zeigt beträchtliche Differenzen, besonders auch sind die Antapikalplatten in der Zahl schwankend. Länge  $29\mu$  bis  $105\mu$ . Ausschließlich marin.

### Einteilung der Familie.

- |  |                   |
|--|-------------------|
| A. Apex wenig hervortretend, Öffnung klein . . . . . | 1. Protoceratium. |
| B. Apex auffallend mit großer Öffnung . . . . .      | 2. Pachydinium.   |

1. **Protoceratium** Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten, Morphol. Jahrb., Bd. 7, 1882 (Syn.: *Peridinium* (?) Claparède et Lachmann, Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes, Mém. Inst. Genevois, 5, 6 und 7, 1858—61; *Clathrocysta* Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883). — Gestalt etwa kugelig. Querfurche aequatorial, deutlich, schwach linkswindend; die Schraubenhöhe derselben ist höchstens etwa eine Querfurchenbreite. Die Hülle ist ein starker Panzer, dessen Oberfläche eine polygonale Zeichnung erhält durch sehr starke Rippenleisten, deren Knotenpunkte oft bestachelt sind. Täfelung in der Regel nicht erkennbar, zuweilen aber durch breite Interkalarstreifen in die Augen fallend. Die Morphologie dieser Gattung weist einige Unsicherheit auf: aus Kofoids Publikationen geht nicht mit Sicherheit hervor, ob stets eine Apikalöffnung vorhanden ist, während andere Autoren (z. B. Bütschli) von einer solchen sprechen. Auch die Lage und Anzahl der Panzertafeln ist verschieden: Kofoid und Michener (1911) geben als Plattenformel  $2ap + 0a + 6(?)pr + (6?)g + 6pst + 0p + 3at$ . Aber z. B. für *P. areolatum* wird von Kofoid (1907) nur eine sechseckige Apikalplatte angegeben u. s. f. Geißelspalte in der Längsfurche nahe der Querfurche. Chromatophoren wahrscheinlich immer anwesend. Länge  $29\ \mu$  bis  $85\ \mu$ . Marin.

Etwa 10 Arten, *P. reticulatum* (Clap. et Lachm.) Bütschli, siehe Fig. 71.

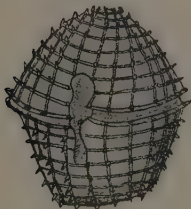


Fig. 71. *Protoceratium reticulatum* (Cl. et L.) Bütschli, ventral. (Nach Schütt.)

gestellt. Hiernach wäre die Plattenformel:  $3ap + 0a + 5pr + 5pst + 0p + 3at$ . Länge  $105\ \mu$ . Marin.

Bisher nur eine Art, *P. mediterraneum* Pav.

2. **Pachydinium** Pavillard, Péridiniens nouveaux du Golfe du Lion, Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, Tome LXXVIII, p. 120, 1915. — Gestalt eiförmig, mit schwachem Hornansatz (gut abgebildet in »Recherches sur les Péridiniens du Golfe du Lion«, Trav. de l'Inst. d. Bot. de l'Univ. de Montpellier, Sér. mixte, Mém. Nr. 4, 1916, Pl. II, Fig. 8). Querfurche aequatorial, deutlich, schwach linkswindend; die Schraubenhöhe ist eine Furchenbreite. Oberfläche des Panzers mit sehr starken netzförmigen Leisten (ohne Stacheln), deren Netzmaschen nicht polygonal, sondern abgerundet sind. Längsfurche nur angedeutet. Die Täfelung ist durch Zerbrechen des Panzers festgestellt. Hiernach wäre die Plattenformel:  $3ap + 0a + 5pr + 5pst + 0p + 3at$ . Länge  $105\ \mu$ . Marin.

## Dinosphaeraceae Lindem., n. Fam.

Gestalt kugelig. Apex nicht vorhanden. Süßwasserform, die ausgezeichnet ist durch 3 Apikalplatten + 1 apikale Zwischenplatte, wie auch besonders durch die Anwesenheit von nur einer Antapikalplatte. Bisher nur eine Art bekannt, die als Typus der Familie anzusehen ist. Sie wurde zuerst von Lemmermann (Brandenburgische Algen, IV, *Gonyaulax palustris* Lemm., eine neue Süßwasser-Peridinee. Beih. z. Botan. Centralbl. 21, 1907) unter dem Namen *Gonyaulax palustris* veröffentlicht. Kofoid und Michener untersuchten das von Lemmermann gesammelte Material und stellten daraufhin die neue Gattung *Dinosphaera* auf mit der einen Art »*D. palustris* (Lemm.) Kof. et Mich.«. (Siehe Kofoid und Michener: »On the structure and relationships of *Dinosphaera palustris* [Lemm.]« Univ. of California Publ. in Zool. Vol. XI, Nr. 2, Berkeley, 1912.) Gestalt kugelig. Querfurche aequatorial, fast kreisförmig. Apex fehlt. Oberfläche des Panzers glatt, auf der ventralen Seite wenige (etwa 12) unregelmäßig angeordnete, kleine Poren. Plattenformel:  $3ap + 1a + 6pr + 6g + 5pst + 0p + 1at$ . Chromatophoren klein, wandständig, zahlreiche. Gelbliche Ölkugeln vorhanden. Länge  $27\ \mu$  bis  $34\ \mu$ . Heidetümpel der Mark Brandenburg.

## Gonyaulacaceae Lindem., n. Fam.

Gestalt sehr verschieden, kugelig, eckig, langgestreckt, an den beiden Polen hornartig auslaufend oder mit bedeutenden Stacheln versehen. Querfurche etwa aequatorial, oft stark schraubig. Alle Formen haben gemeinsam, daß der Panzer der Hypovalva außer einer Antapikalplatte noch eine kleine accessorische Platte besitzt. Pusulen wurden

bei *Gonyaulax* beschrieben; Chromatophoren bei vielen Formen beobachtet. Länge etwa  $18\mu$  bis  $167\mu$ . Überwiegend marin; wahrscheinlich im Süßwasser nur eine *Gonyaulax*-Art.

### Einteilung der Familie.

A. Apexöffnung groß, von mindestens einem längeren Stachel überragt; ein (bis zwei) sehr lange Stachel am Antapex, welche drei sehr auffällige Flügelleisten der Hypovalva stützen, von welchen sich zwei bis zur Querfurche hinziehen. Es sind nur fünf Postaequatorialplatten vorhanden . . . . . 4. **Pyrodinium**.

B. Zellen anders gestaltet (mehr als 5 Postaequatorialplatten vorhanden).

a. Ventrale Pore vorhanden.

a. Zahl der Praeaequatorialplatten sieben, vier Apikalplatten . . . . . 3. **Peridiniella**.

β. Zahl der Praeaequatorialplatten sechs, 3—6 Apikalplatten.

I. Die Apikalplatten sind unter sich gleichartig gestaltet, es sind stets sechs vorhanden . . . . . 5. **Amphidoma**.

II. Die Apikalplatten sind verschieden in der Form, es können 3—6 auftreten . . . . . 1. **Gonyaulax**.

b. Ventrale Pore fehlt (vier Apikalplatten) . . . . . , 2. **Spiraulax**.

**1. Gonyaulax** Diesing, Revision der Prothelminthen, Abt. Mastigophoren. Sitzungsber. math. naturw. Class. Akad. d. Wiss., Wien 52, Abt. 1, 1866 (Syn.: *Peridinium* Claparède et Lachmann, Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes, Mém. Inst. Genève, 5. Mém. 3; 6. Mém. 1, 1858—59; *Blepharocysta* Ehrenberg z. T., Die das Funkeln und Aufblitzen des Mittelmeeres bewirkenden unsichtbar kleinen Lebensformen, Berlin, 1873; *Rouleau Gourret*, Sur les Péridiniens du Golfe de Marseille, Annales du musée d'hist. nat. de Marseille, Tome I, 1883; *Protoperdinium* Pouchet, Contribution à l'histoire des Ciliotflagellés, Journ. de l'Anatomie et de la Physiologie, T. 19—22, 1883; *Steiniella* Schütt, Die Peridineen der Plankton-Expedition, Teil I, Kiel und Leipzig, 1895; *Goniodoma* Murray and Whitting, New *Peridiniaceae* from the Atlantic. Trans. Linn. Soc. London, Botany, 2, 5, 1899; *Ceratocorys* Murray and Whitting [Ebendort]; *Ceratium* [?] Cleve, Notes on some Atlantic Plankton Organisms Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., 34, 1900; *Heterodinium* Kofoid, *Dinoflagellata* of the San Diego Region, I. On *Heterodinium*, a new genus of the *Peridinidae*, Univ. Calif. Publ. Zool., 2, 1906; [not *Steiniella* Bernard (*Proto-coccaceae*) 1908]; *Amylax* Meunier, Microplankton des mers de Barents et de Kara. Duc d'Orleans Campagne arctique de 1907 [Bulens, Bruxelles], 1910). — Die Gattung umfaßt Vertreter von sehr verschiedenem Aussehen. Zellen kugelig-polyedrisch bis ellipsoidisch oder doppelkonisch, zuweilen verlängert und beide Pole etwas zugespitzt. Die Hypovalva trägt häufig starke Stacheln. Manche Formen sind stark dorsiventral zusammengedrückt. Ein Apex ist vorhanden, manchmal in ein kurzes Horn auslaufend. Auch gibt es Arten, bei denen der Apex durch eine besondere kleine kreisförmige Platte, die oft an der 1 ap (»Rautenplatte«) befestigt ist, geschlossen gehalten wird. Querfurche etwa aequatorial, bei dieser Gattung meist stark schraubig, links windend, Schraubenhöhe 1—7mal die eigene Furchenbreite. Längsfurche auf der Epivalva schwach eingesenkt, erweitert sich nach hinten und geht bis nahe an oder erreicht den Antapex. Apikalplatten sind vorhanden 3 bis 6, apikale Zwischenplatten (a) 0—4, Praeaequatorial-, Gürtel- und Postaequatorialplatten je 6, eine accessorische antapikale Zwischenplatte (1 p) und eine Antapikalplatte. Die Plattenformel ist also folgende:  $3 - 6\text{ ap} + 0 - 4\text{ a} + 6\text{ pr} + (6\text{ g}) + 6\text{ pst} + 1\text{ p} + 1\text{ at}$ . (Kofoid und Michener, Bull. of the Museum of comp. Zool. Harvard Coll. Vol LIV, 1910—13, Seite 269). Die 1 ap (»Rautenplatte«) ist gewöhnlich lang und schmal. Oberfläche des Panzers glatt bis stark areoliert; sehr häufig werden die Netzmaschen durch dick aufliegende Leisten gebildet. Eben solche, aber gerade Leisten finden sich in der Längsrichtung mitunter parallel angeordnet, auch begleiten solche wohl die Interkalarstreifen, welche zuzeiten sehr breit werden. Die äußere Ornamentierung des Panzers macht es aber oft schwer, die Grenzen der Platten zu erkennen, besonders, wenn die Interkalarstreifen noch wenig entwickelt sind. Fast stets sind die Platten von zahlreichen Poren durchsetzt, welche im Zentrum, in den Winkeln oder gar auf den Knoten der Netzmaschen angeordnet sein können. Die »ventrale Pore« liegt rechts von der (ventralen) Mittellinie gewöhnlich nahe an der Trennungsnäht zwischen der Rautenplatte und der rechts angrenzenden Platte. Chromatophoren zahlreich, gelblich bis dunkelbraun. *Gonyaulax* vermehrt sich gewöhnlich wie *Ceratium* durch hemivalvate Tei-

lung (s. S. 26; die Trennungslinie der Panzerhälften ist in Fig. 72A bis C verstärkt gezeichnet); wir finden auch hier Kettenbildung bei *G. catenata* (Levander) Kofoid. Länge  $24\ \mu$  bis  $167\ \mu$ . Weit verbreitete Gattung: im Süßwasser wohl nur *G. apiculata* (Penard) Entz fil., marin in kaltem und warmem Wasser; auch im Brackwasser. Zuzeiten werden *Gonyaulax*-Formen (*G. polyedra* Stein) in der Küstenregion so zahlreich, daß die Fische und viele andere Organismen durch die von ihnen beim Absterben gebildeten Zersetzungsstoffe in großer Menge eingehen (»rotes Wasser«). Leuchtvermögen zuweilen vorhanden.

Etwa 28 Arten, nach Kofoids hauptsächlich auf Californisches Material basierter Monographie »Dinoflagellata of the San Diego Region IV. The genus *Gonyaulax*, with notes on its skeletal Morphology and a discussion of its generic and specific Characters.« Univ. of California Publications in Zoology, Vol. 8, Nr. 4 and 5, 1911) in vier Untergattungen gegliedert:

Untergatt. I. *Gonyaulax* (Diesing) Kofoid. Gestalt sphäroidisch oder vielseitig, nicht verlängert, Apexstäfelchen nicht auf die dorsale Seite hinüberreichend. Typus: *G. spinifera* (Clap. et Lachm.) Diesing; Plattenanordnung ventral, siehe Fig. 72 A; Epivalvatäfelung Fig. 72 B; Hypovalvatäfelung Fig. 72 C.

Untergatt. II. *Fusigonyaulax* Kofoid. Zellen verlängert, gewöhnlich spindel-

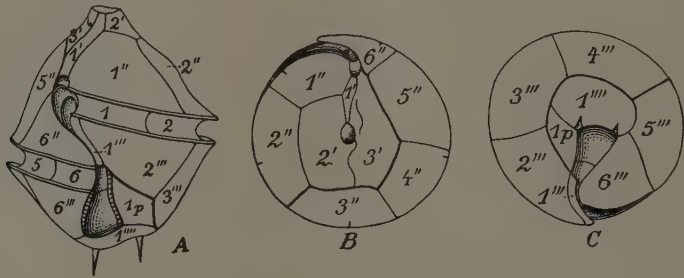


Fig. 72. *Gonyaulax spinifera* (Cl. et L.) Dies. A Plattenanordnung, ventral. B Epivalvatäfelung. C Hypovalvatäfelung. (Nomenklatur von Kofoid.) (Nach Kofoid.)

förmig, oft mit kurzem Apikal- und Antapikalthorn. Typus: *G. birostris* Stein (dort Taf. IV, Fig. 20).

Untergatt. III. *Steiniella* (Schütt) Kofoid. Zellen abgerundet, sehr zerbrechlich, Apexstäfelchen auf die dorsale Seite hinüberreichend. Typus: *G. fragilis* (Schütt) Kof. (= *Steiniella fragilis* Schütt), siehe Fig. 73.

Untergatt. IV. *Acanthogonyaulax* Kofoid. Auf der Hypovalva Stacheln mit Innenachsen, ähnlich wie bei *Ceratocorys*. Nur eine Form, *G. ceratocoroides* (Murr. et Whitt.) Kofoid (von Kofoid 1910 als *Ceratocorys magna* beschrieben).

2. *Spiraulax* Kofoid, Dinoflagellata of the San Diego Region, V. On *Spiraulax*, a new Genus of the *Peridinida*. Univ. of Calif. Publ. in Zoology. Vol. 8, Nr. 6, 1911. — Diese Gattung hat nur einen Vertreter: *Sp. jolliffei* (Murr. et Whitt.) Kofoid, der bisher unter dem Namen *Gonyaulax jolliffei* Murray et Whitting (New Peridinaceae from the Atlantic. London, Transact. Linnean Soc. Botany [2], 5, 1899) bekannt war. Gestalt doppelkonisch, beide Pole zugespitzt. Apexstäfelchen vorhanden, ventral davon, am oberen Ende der 1 ap, eine apikale Öffnung. Eine typische »Rautenplatte« fehlt. Querrinne aequatorial, stark schraubig, links windend, Schraubenhöhe 3mal die eigene Furchenbreite. Längsrinne greift nur ein wenig auf die Epivalva über, erreicht beinahe den Antapex. Plattenformel:  $4\ ap + 1\ a + 6\ pr + (6\ g) + 6\ pst + 1\ p + 1\ at$ . Oberfläche des Panzers überall mit kleinen Grübchen versehen, die im Grunde winzige Poren tragen. Dünnere Hüllen mit zarter Netzstruktur, im Zentrum der Maschen je eine winzige Pore. Die für *Gonyaulax* so charakteristische große ventrale Pore fehlt hier. Chromatophoren dunkelgelb. Länge  $132\ \mu$ . Marine Form: trop. Atlantik, bei Neapel, Golf v. Lyon, Indischer Ozean, Kalifornische Küste.

3. *Peridiniella* Kofoid et Michener, New genera and species of Dinoflagellates. Bull. of the Museum of comp. Zoology at Harvard College. Vol. LIV. 1911. — Nur

ein vorläufig beschriebener Vertreter. Gestalt nahezu sphärisch. Querfurche schraubig, Schraubenhöhe 1,4 Furchenbreiten. Plattenformel:  $4\text{ ap} + 3\text{ a} + 7\text{ pr} + (6\text{ g}) + 6\text{ pst} + 1\text{ p} + 1\text{ at}$ . Apextäfelchen vorhanden. Ventralpore mitten zwischen dem Apex und dem proximalen Ende der Querfurche. Areolierung, aber keine Leisten oder Dornen. Länge  $52\text{ }\mu$ . Marin. (»Albatros-Exp.« Station 4604.)

*P. sphaeroidea* Kof. et Mich. (Abbildung bis jetzt nicht gegeben).

4. *Pyrodinium* Plate, *Pyrodinium bahamense* n. g., n. sp., die Leucht-Peridinee des »Feuersees« von Nassau, Bahamas. Arch f. Protistenkde., Bd. 7, 1906. — Nur eine Art bekannt: *P. bahamense* Plate. Gestalt annähernd kugelig. Apex vorhanden, in ein kurzes Horn auslaufend. Querfurche aequatorial, schwach linkswindend, Schraubenhöhe etwa 1mal die eigene Furchenbreite. Längsfurche greift nicht auf die Epivalva über, erreicht den Antapex. Plattenformel:  $3\text{ ap} + 0\text{ a} + 6(7)\text{ pr} + (8\text{ g}) + 5\text{ pst} + 1\text{ p} + 1\text{ at}$ . Die hier gegebene Interpretation der Platten weicht von der des Entdeckers ab. Es ist fraglich, ob wir die pr Nr. VI als pr mitzählen dürfen, jedenfalls würde das nicht den üblichen Gepflogenheiten entsprechen. Die »Rautenplatte« des Entdeckers gehört aber zu den pr.

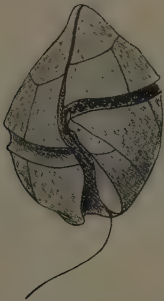


Fig. 73. *Gonyaulax fragilis* (Schütt) Kof. Ventralansicht. (Nach Schütt.)



Fig. 74. *Amphidoma macula* Stein. (Nach Stein.)



Fig. 75. *Heterocapsa triquetra* (Ehrbg.) Stein. Täfelung ventral. (Nach Lindemann.)

Wie wahrscheinlich die Platte VI des Entdeckers gehört Platte A' der Hypovalva zur Längsfurche und zählt nicht als Antapikalplatte mit. Die übrigen beiden Antapikalplatten entsprechen aber genau denen bei *Gonyaulax*; wir bezeichnen sie als »Antapikalplatte« + accessorische antapikale Zwischenplatte (1 p). Charakteristisch für die Form sind der Stachelbesatz und die Flügelleisten. Ein längerer und oft zwei kürzere Stacheln überragen den Apex und ein besonders langer oder zwei nebeneinander sitzen am Antapex. Letztere stützen die breiten auffälligen Flügelleisten der Hypovalva, von denen zwei von der Querfurche bis weit über den Antapex hinziehen. Accessorische Stacheln sind vorhanden. Platten durch derbe Leisten begrenzt, an den Eckpunkten oft Knoten oder Stacheln; überall zahlreiche Poren. Eine große ventrale Pore vor der linken Ecke der ventralen Apikalplatte. Chromatophoren bandförmig, gelbbraun, radial. Kern langgestreckt (»würstförmig«). Kurz vor dem antapikalen Stachel ein »Nebenkörper«. Eine Vakuole in der Nähe des apikalen Poles. Länge  $50\text{ }\mu$  bis  $54\text{ }\mu$  (ohne Stachel). Im Salzwasser des »Fire- oder Waterloo-Lake« bei Nassau, auf der Bahama-Insel New Providence. *Pyrodinium* rief ein prächtiges »Meeresleuchten« hervor, das nur aufhörte, wenn die Verbindung des Sees mit dem offenen Ozean längere Zeit unterbrochen, der See also offenbar ausgetüßt war. Aufleuchten der Individuen blitzartig für etwa 1 Sekunde, dann 2—3 Sekunden Nachleuchten (ohne nachweisbare äußere Veranlassung).

5. *Amphidoma* Stein, Der Organismus der Infusionstiere. III. Abt., II. Hälfte, 1883. — In der Beurteilung dieser Gattung herrscht einige Unsicherheit, weil die meisten Formen bis jetzt nur vorläufig, ohne Abbildungen, veröffentlicht sind. (Siehe Kofoid und Michener, New genera and species of Dinoflagellates, Bull. of the Museum of comp. Zoology, Harvard, Vol. LIV, Nr. 7, 1911.) Gestalt spindel- bis doppelkegelförmig, doch

wird *A. laticincta* Kof. et Mich. als vollkommene Kugel bezeichnet. Apex und Antapex vorgezogen, auch hornartig verlängert, manchmal etwas gebogen. Querfurche kreisförmig oder eine ganz schwache Schraube (ihre Höhe höchstens 0,3 Furchenbreiten). Plattenformel:  $6 ap + 0 a + 6 pr + (6 g) + 6 pst + 1 p + 1 at$ . Doch sind die Platten bei einzelnen Formen noch nicht endgültig festgestellt. Oberfläche des Panzers glatt bis fein retikuliert. Eine ventrale Pore ist bei einigen Arten gefunden. Länge etwa  $18 \mu$  bis  $50 \mu$ . Marin, die meisten Formen werden von der »Albatroß-Exp.« angegeben (Station 4733 und 4720).

Etwa 8 Arten bekannt, *A. nucula* Stein, siehe Fig. 74.

## Peridiniaceae Schütt, emend.

E. P., 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt., b. 1896, S. 9.

Syn.: *Peridiniidae* Kent, A Manual of Infusoria, Vol. I, London, 1880—81; *Ceratiaceae* Schütt z. T., E. P. 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896, Seite 17; *Ceratiidae* Kofoid z. T., New Species of Dinoflagellates, Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard, Vol. 50, 1907; *Krossodiniaceae* Schilling z. T., Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz, herausg. v. A. Pascher, Heft 3, Jena, 1913.

Gestalt der Zellen veränderlich, kugelig bis länglich; an der Hypovalva oft kleine Hörner. Apex vorhanden oder fehlend. Querfurche kreisförmig oder wenig schraubig; es gibt rechtswindende und linkswindende Formen. Hüllen in der »Jugend« noch dünn, später meist als starker Panzer entwickelt, welcher in ungleich gestaltete, polygonale Platten zerfällt. Täfelung sehr verschieden, sehr veränderlich, Mißbildungen derselben häufig. Es wird kaum möglich sein, für *Peridinium* und seine Verwandten ein allgemein gültiges Plattenschema aufzustellen; meist sind 6—7 Praequatorialplatten vorhanden, 5—6 Postaequatorialplatten und 2 Antapikalplatten, die nur bei *Diplopsalis* mitunter zu einer verschmelzen. Die Täfelung der Epivalva ist variabler als die der Hypovalva. Oberfläche des Panzers mit Arealierung, Papillen, Stacheln, Flügelleisten oder Poren; seltener glatt. Plasma mariner Formen mitunter gefärbt. Stigmen bei Süßwasserformen selten und wenig beachtet, oft blaß. Bei marinen Formen Pusulen. Chromatophoren oft in großer Zahl. Plasmaeinschlüsse, Stärke, fettartige Stoffe, Pyrenoide, Nadeln (Rhabdosomen). Kerne rundlich bis länglich. Koloniebildung in einem Falle. Bildung der Cysten unter Abwerfung des Panzers. Verschiedene Fortpflanzungsarten. Länge etwa  $18 \mu$  bis  $300 \mu$ . Süß-, Brackwasser und marin.

### Einteilung der Familie.

- A. Nur eine der Antapikalplatten ist in eine kurze, hohle, horn- oder stachelartige Spitze ausgezogen; Gestalt  $\pm$  spindelförmig . . . . . 1. **Heterocapsa**.
- B. Zellen anders gestaltet.
  - a. Gestalt von den beiden Polen her  $\pm$  ellipsoidisch zusammengedrückt, am linken Rande der Längsfurche (auf der Hypovalva) eine auffallende Flügelleiste, die bis über den Antapex hinausreichen kann; Antapikalplatten zwei, seltener eine . . . . . 3. **Diplopsalis**.
  - b. Anders gestaltet, stets zwei Antapikalplatten . . . . . 2. **Peridinium**.

1. **Heterocapsa** Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883 (Syn.: *Glenodinium* Ehrenberg, Die Infusionstiere als vollkommene Organismen, Berlin, 1838. Früheres siehe in Abh. d. Berliner Akad. a. d. J. 1830—31 und 1833—36; *Properidinium* Meunier, Microplankton de la mer Flamande. Mém. du Mus. Roy. d'hist. nat. de Belgique, Tome VIII, Fasc. 1, Bruxelles, 1919). — Gestalt  $\pm$  spindelförmig, Epivalva wenig größer als die Hypovalva. Querfurche fast aequatorial, ganz wenig linkswindend. Längsfurche auf beiden Valven gleichgestaltet, etwa halb bis an die Enden reichend. Hülle wohl stets glatt, erinnert an *Glenodinium*, ist aber fester als dort. Täfelung stets deutlich sichtbar. Plattenformel bei *H. triquetra*  $4 ap + 2 a + 6 pr + 5 pst + 0 p + 2 at$ ; bei *H. pacifica* unbekannt. Apikalöffnung bei *H. triquetra* gewöhnlich nicht vorhanden, selten ist aber eine solche deutlich ausgeprägt; bei *H. pacifica* stets anwesend. Charakteristisch für *H.* ist das kurze antapikale Horn, welches von der rechten at gebildet wird. Chromatophoren plattenförmig oder netzartig durchbrochen, gelbbraun. Hinten ein Pyrenoid mit Amylumhülle, eine Pusule und Vakuolen. Kern bei *H. pacifica*

relativ groß, elliptisch. Stigma fehlt. Länge 25  $\mu$  bis 50  $\mu$ . Marin und Brackwasser, selten in Süßwasserseen, die vielleicht teilweise höheren Salzgehalt haben (?). Oft in enormen Mengen in der Küstenregion, gemeinsam mit *Glenodinium foliaceum* Stein Fischsterben verursachend (siehe *Gonyaulax* und Botan. Arch. V, 1—2, 1924, Seite 117).

Zwei sichere Arten, *H. triquetra* (Ehrbg.) Stein, siehe Fig. 75; *H. pacifica* Kofoid (Univ. of California Publ. Zool., Vol. 3, Nr. 13, 1907). Stein bildet zwei zweifelhafte Formen ab (Taf. IV, Fig. 1—3). Varietäten etc. siehe Bot. Arch. V, 1924. — Meunier stellt diese Gattung zu *Peridinium*, sie ist aber deutlich gesondert durch 1. ihre Gestalt, 2. die vorhandene oder fehlende Apikalöffnung, 3. die von *Peridinium* abweichende Längsfurche, 4. durch das eine antapikale Horn und 5. durch die zartere Hülle.

2. *Peridinium* Ehrenberg (emend. Stein 1883), Beiträge zur Kenntnis der Organisation der Infusorien und ihrer geogr. Verbreitung, besonders in Sibirien, Abh. d. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1832, S. 38 (auch schon ebendort, 1830) (Syn.: *Vorticella* O. F. Müller, *Animalcula infusoria fluviat. et marina*, Hauniae 1786; *Glenodinium* Ehrenberg, Die Infusionstiere als vollkommene Organismen, Berlin, 1838. Früheres siehe in Abh. d. Berliner Akad. a. d. J. 1830—31 und 1833—36; *Ceratophorus* Dising, *Systema Helminthum*, Vindobonae 1850; *Ceratium* Claparède und Lachmann, *Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes*. Mém. Inst. Génévols, 5, 6 und 7, 1858—61; *Protoperidinium* Bergh, *Der Organismus der Cilioflagellaten*. Morphol. Jahrb., Bd. 7, 1882; *Larve von Peridinium* Gourret, *Sur les Péridiniens du golfe de Marseille*. Annales du musée d'hist. nat. de Marseille, T. 1, 1883; *Peridiniopsis* Lemmermann, *Das Plankton schwedischer Gewässer*. Ark. f. Botanik, Bd. 2, Nr. 2, Stockholm, 1904, Seite 134; *Nephrodinium* Meunier [?], *Mikroplankton des mers de Barents et de Kara*. Duc d'Orléans Campagne arctique de 1907 [Bulens, Bruxelles] 1910; *Chalubinskia* Woloszyńska [?], *Polnische Süßwasser-Peridineen*; Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie, Cl. d. Sc. math. et natur., Sér. B, 1916; *Properidinium* Meunier, *Mikroplankton de la mer Flamande*. Mém. du Mus. Roy. d'hist. nat. de Belgique, Tome VIII. Fasc. 1, Bruxelles, 1919; *Minuscula* Lebour, *The Dinoflagellates of Northern Seas*, Plymouth, 1925). — Gestalt der Zellen sehr verschieden, kugelig (oft von beiden Polen her zusammengedrückt), ellipsoidisch bis spindelförmig, länglich-polyedrisch und dorsiventral  $\pm$  abgeplattet. Antapikalwärts häufig in zwei kleine bis ansehnliche Hörner ausgezogen (Fig. 76). Apex bisweilen hornartig verlängert; eine Apikalöffnung vorhanden (*«Properidinium»*) oder nicht (*«Cleistoperidinium»*), in letzterem Falle oft eine vorgezogene Spitze (*«Pseudoapex»*). Querrfurche etwa aequatorial bis weiter nach hinten verschoben, kreisförmig oder schraubig; es gibt rechtswindende Formen (*«Protoperidinium»*) und linkswindende (*«Euperidinium»*). Längsfurche auf die Epivalva übergreifend oder auf die Hypovalva beschränkt, bis ans Antapikale oder doch nahe an dasselbe gehend. Hüllen in der «Jugend» noch dünn (Praevalvate Stadien), allmählich dicker werdend, bei vielen Meeresformen und besonders bei den Süßwasserformen zuletzt ein dicker Panzer (Valvate Stadien). Letzterer in Platten geteilt, die durch Falze (manchmal mit Riefen) und eine Kittsubstanz miteinander verbunden sind (verd. warme Kalilauge). Täfelung für jede Art typisch (siehe Fig. 3 und 4), doch veränderlich; Mißbildungen häufig. Besonders die Täfelung der Epivalva ist abändernd (siehe Seite 18), die der Hypovalva mit wenigen Ausnahmen, die fast stets die pst betreffen, konstant. Plattenformel sehr unbestimmt, etwa 2—5 ap + 0—8 a + 6—7 pr + (3—6?) g + 5(—6) pst + 0 p + 2 at. Sehr selten sind 6 pst vorhanden (*«subvar. originale»*); die Hypovalvattäfelung ist dann identisch mit der Felderung der Hypovalva von *Glenodinium cinctum* Ehrbg. Hüllen glatt (besonders diese oft mit vielen Papillen besetzt) oder areoliert bis kräftig retikuliert. Poren zerstreut oder innerhalb der Netzmaschen, auch an oder auf den Maschengrenzen. Hier auch oft kleine Stacheln. Große Stacheln mit Flügelleisten verbunden häufig auf den beiden at. Auffällige Flügelleisten weit verbreitet, meist neben den Plattengrenzen oder an den Furchenrändern. Areolierung, Stacheln und Papillen oft auf der Hypovalva kräftiger als auf der Epivalva. Chromatophoren wenige bis zahlreich, gelb bis dunkelbraun, meist wandständig. Stigmen wenig beachtet, kommen jedoch bei Süßwasserformen vor. Pusulen: es sind unterschieden Sackpusulen, Sammelpusulen, «Tochterpusulen», «Nebenpusulen» (Schütt) (siehe Seite 19). Plasmaeinschlüsse sind Stärke, Fettstoffe (rotes Öl), zuweilen ein Pyrenoid, Nadelbüschel. Manchmal tritt Plasma sichtbar aus den Zellen heraus, welches Schwellblasen bildet, ebensoförmige Blasen finden sich am Ende von Geißeln: das sind wahrscheinlich stets pathologische Erscheinungen. Kerne

zu wenig bekannt, oval bis langgestreckt (bes. Süßwasserformen). Gallerthöfe bisher nicht beobachtet, Produktion von hyaliner Gallerte (außerhalb der Fortpflanzungszeiten) nach dem Vorgang von *Ceratium* wahrscheinlich. Wenig beachtet ist die Fortpflanzung durch Teilung der Zelle samt ihrer Hülle (Panzer) im beweglichen Zustande (valvate Teilung), welche bisher nur an Süßwasserformen, hier aber an den festesten Panzern (z. B. *P. Raciborskii* var. *palustre* [Lindem.] Lindem.) beobachtet wurde (siehe auch Lindemann: Arch. f. Protistenkunde, Bd. 39, Heft 3, 1918, Seite 228). Die gewöhnliche Fortpflanzung scheint die Teilung der nackten Zelle unter Abwerfung der Hülle (Unterschied von *Ceratium*!) zu sein (proveniente Teilung). Auch eine Teilung in Cysten ist möglich. Diese Cysten sind oval oder wenig davon abweichend, sich den Körperruissen anpassend (s. a. Bot. Arch. V, 3—4, Seite 226, Fig. 53). Bei der Cystenbildung wird die Hülle abgeworfen. Koloniebildung: ein seltener Fall wird von Dahlgren („The production of light by animals“, Journ. Franklin Int. Inst., Philadelphia, 180, 1915 und 16) beschrieben, wo leuchtende Ketten gesehen sind. Länge etwa  $16\mu$  bis  $300\mu$ . Süßwasser (Teiche, Tümpel), Brackwasser und marin. In kaltem und warmem Wasser. Eine zweifelhafte

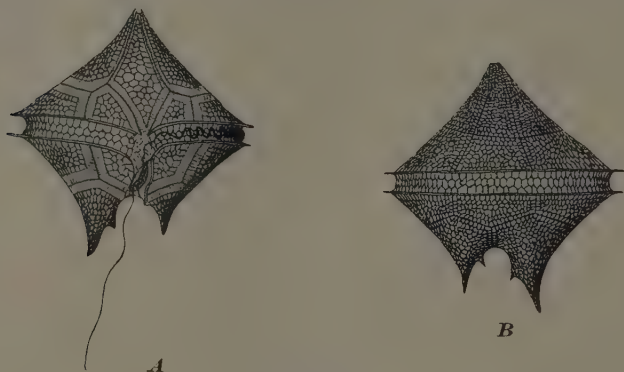


Fig. 76. *Peridinium* sp. A Ventralansicht. B Dorsalansicht. (Nach Schütt.)

Form auf Neuschnee und Eis (siehe Meunier, Microplankton des mers de Barents et de Kara; Duc d'Orleans, Campagne Arctique de 1907. Bruxelles, 1910. Text und Tafeln, Seite 48). Leuchtvermögen bei marinen Arten beobachtet.

Etwa 200 Arten beschrieben, die aber bei kritischer Durcharbeitung beträchtlich reduziert werden dürften. *Peridinium* sp., siehe Fig. 76 A (von der ventralen Seite), Fig. 76 B (von der dorsalen Seite).

Eine Gliederung der Gattung *Peridinium* ist von Jörgensen versucht worden („Bericht üb. d. von d. schwed. Hydrograph.-Biol. Kommission in d. schwed. Gew. i. d. Jahren 1909—10 einges. Planktonproben“, Ur. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens-Skrifter, IV, Göteborg, 1912 oder 1913). Aus hier nicht zu erörternden Gründen wird dieser dankenswerte Versuch zum mindesten beträchtlich modifiziert werden müssen. Deswegen sei von einer Aufzählung der Unterabteilungen abgesehen. (S. a. Meunier, Mém. du Mus. Roy. d'hist. nat. de Belgique, T. 8, 1, 1919.)

3. *Diplopsalis* Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten, Morphol. Jahrb., Bd. 7, 1882 (Syn.: *Glenodinium* Pouchet, Contributions a l'histoire des Cilioflagellés. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, 1883. *Peridinium* Paulsen, Nordisches Plankton. Bot. Teil, XVIII. Peridiniales, Seite 41 u. f., 1908; *Diplopsalopsis* Meunier, Microplankton des mers de Barents et de Kara. Duc d'Orléans, Campagne Arctique de 1907. Bruxelles, 1910: *Peridiniopsis* Mangin, Sur le *Peridiniopsis asymmetrica* et le *Peridinium Paulseni*. C. R. Acad. Sc., Paris, Tome 153, 1911; *Diplopelta* Jörgensen, Bericht üb. d. von d. schwed. Hydrogr.-Biol. Kommission i. d. schwed. Gew. i. d. Jahren 1909—10 einges. Planktonproben. Ur. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens-Skrifter, IV. Göteborg, 1912 oder 1913 (?). Seite 9. [Der Name *Diplopelta* stammt aus Stein's Manuskript,

1883]; *Preperidinium* Mangin, Sur la Flore planctonique de la rade de Saint-Vaast-la-Houge. Nouv. Arch. Mus. d'hist. Nat., 5 Sér., V. 1913; *Diplopetopsis* Pavillard, Le Genre *Diplopsalis* Bergh et les Genres voisins. 1913. Montpellier; *Entzia* Lebour, Plymouth Peridinians. I. *Diplopsalis lenticula* and its relatives. Journ. of the Marine Biolog. Association of the U. K. Vol. xii, Nr. 4, 1922, Seite 808). — Es handelt sich im Folgenden um eine gut abgegrenzte Gruppe von Formen, für die in letzter Zeit sehr verschiedene neue Gattungen geschaffen wurden (eine Zusammenstellung und kritische Würdigung bei Lebour, Plymouth Peridinians s. o.; s. a. Lindemann, Besprechung im Arch. f. Protistenkde., Bd. 47, Heft 1, 1923). Jørgensen (»Bericht...« s. o. Seite 9) bemerkt, daß eine »beträchtliche Übereinstimmung mit der Gattung *Peridinium*« hier überall festzustellen ist, dennoch scheint es berechtigt, vorstehende Formengruppe von *Peridinium* abzutrennen. Wenn wir aber auch die hier in Rede stehende Formengruppe wieder in einzelne Gattungen aufspalten wollen, so dürften wir uns doch von den üblichen systematischen Gepflogenheiten allzuweit entfernen, zumal die einzelnen Vertreter sich untereinander sehr ähnlich sind. Alle hierhingehörenden Formen sind also als *Diplopsalis* bezeichnet worden und z. T. umzubenennen, z. B. *Diplopsalis asymmetrica* (Mangin), *D. rotundata* (Lebour) (= *Peridinium limnophilum* Lindem. [Arch. f. Hydrob., Bd. XV, 1924]), usw. (S. a. d. Zusammenstellung bei Lebour. The Dinoflagellates of Northern Seas, Plymouth, 1925, Seite 99 u. f.)

Gestalt der Zellen kugelig bis von den Polen her sphaeroidisch abgeplattet. Apikalpore vorhanden, meist leicht »zapfenartig« markiert. Querrfurche aequatorial, kreisförmig (es scheint eine Neigung zur Rechtswindung vorzuliegen). Längsfurche nicht auf die Epivalva übergreifend, stets am linken Rande von einer charakteristischen Flügelleiste begleitet, die bis über den Antapex hinüberreichen kann. Plattenformel:  $3-4\text{ ap} + 0-2\text{ a} + 6-7\text{ pr} + ?\text{ g} + 5\text{ pst} + 0\text{ p} + 1-2\text{ at}$ . Hülle auf der Oberfläche glatt oder fein punktiert, bei der einen Süßwasserform auch areoliert. Große Sackpusule (nach Schütt außerdem eine kleine retortenförmige oder kugelige Sammelpusule mit Zone von sehr kleinen, mit kurzen Stielchen in sie mündenden »Tochterpusulen«). Chromatophoren scheinbar fehlend. Nach Schütt ist die äußere Randschicht von marinen Formen oft rosa gefärbt. Länge etwa  $30\text{ }\mu$  bis  $50\text{ }\mu$ , Querdurchmesser  $30\text{ }\mu$  bis etwa  $90\text{ }\mu$ . Marin; eine Form im Süßwasser, die im Brackwasser (Kaspisches Meer) nach Lindemann im marinen Sinne abändert.

8 Arten, *D. lenticula* Bergh; ventrale Ansicht siehe Fig. 77 A, Epivalva vom apikalen Pol Fig. 77 B.

## Ceratiaceae Lindem., n. nom.

Syn.: *Ceratiinae* Schütt z. T. in E. P. 1. Aufl., I. Teil. 1. Abt. b. 1896, Seite 17; *Ceratiinae* Lemmermann z. T., Das Phytoplankton des Meeres, II. Abb. d. naturw. Vereins zu Bremen, Bd. XVII, 1903; *Ceratiidae* Kofoid, New Species of Dinoflagellates, Bull. of the Museum of comp. Zoology, Harvard, Vol. L, Nr. 6, 1907; *Krossodiniaceae* Schilling z. T., Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz, herausg. v. A. Pascher, Heft 3, Jena, 1913.

Zellen nur in einzelnen Fällen im Querschnitt kreisförmig, sonst seitlich oder dorsiventral zusammengedrückt. Alle Vertreter erhalten ihre charakteristische Gestalt durch Hornbildungen: es ist stets ein apikales längeres bis sehr langes (nur in wenigen Fällen reduziertes) Horn vorhanden, das an seinem Ende die Apikalöffnung trägt (letztere fehlt nur bei sehr wenigen Formen, wo das Apikalhorn geschlossen ist z. B. *Ceratium hirundinella*), dazu kommen antapikalwärts 1–3 offene oder geschlossene Hörner. Querrfurche kreisförmig oder schraubig, etwa aequatorial. Täfelung innerhalb der Gruppe der Ceratien stets gleich (n. Jørgensen); dieselbe ist bei *Centrodinium* noch nicht endgültig festgestellt. Chromatophoren anwesend. Länge etwa  $70\text{ }\mu$  bis  $1250\text{ }\mu$ . Marin; im Süßwasser nur wenige Formen.

### Einteilung der Familie.

- A. Apex und Antapex beide in ein oft langes Horn ausgezogen, Mittelkörper seitlich zusammengedrückt, Querrfurche schraubig . . . . . 2. *Centrodinium*.

B. Zellen mit 3 bis 4 oft sehr langen Hörnern; das Apikalhorn ist selten reduziert, an der Hypovalva zwei Hinterhörner, ein drittes nur bei Süßwasserformen; Mittelkörper fast stets dorsiventral zusammengedrückt . . . . . 1. *Ceratium*.

1. *Ceratium* Schrank (emend. Stein, 1883), Mikroskopische Wahrnehmungen, in: Der Naturforscher, herausg. v. Walch, 27. Stück, 1793 (Syn.: *Cercaria* und *Bursaria* O. F. Müller, *Animalcula infusoria fluviat. et marina*. Hauniae, 1786; *Tripes* und *Hirundinella* Bory de Vincent, *Encyclop. méthod.* 1824; *Cercaria* Michaelis, Über das Leuchten der Ostsee nach eigenen Beobachtungen. Hamburg, 1830; *Peridinium* Ehrenberg, Die Infusionstiere als vollkommene Organismen, Berlin, 1838 und andere Schriften; *Ceratophorus* Diesing, *Systema Helminthum*. Vindobonae 1850; *Dimastigoaulax* Diesing, Revision der Prothelminthen. Sitzungsber. d. k. Akad. zu Wien, Bd. 52, 1866; *Glenodinium* Diesing, Ebendort; *Poroceratium*, *Biceratium* und *Amphiceratium* Vanhöffen, Das Genus *Ceratium*. Zoolog. Anzeiger Nr. 499, 1896). — Gestalt durch die Entwicklung oft langer hornartiger Körperfortsätze charakterisiert; es sind gewöhnlich mehr als zwei solcher Hörner vorhanden, wenn nur zwei (Apikalhorn reduziert), so gehören beide zur Hypovalva. Der Zellkörper selbst ist rundlich-polygonal, wie aufgebläht oder langgezogen, nur in wenigen Fällen im Querschnitt kreisförmig, sonst dorsiventral zusammengedrückt. Oft ist der ganze Zellkörper gebogen z. B. bei vielen Formen auf der Dorsalseite konvex, auf der Ventralseite konkav. Querfurchen meist etwa aequatorial, selten nach hinten verschoben, kreisförmig oder höchstens sehr schwach schraubig. Auf der ventralen Seite ist diese Querfurchen durch den großen »Bauchausschnitt« (Stein) unterbrochen, an dessen linker Seite die eigentliche Längsfurchen verläuft, in welcher die längliche Geißelspalte liegt. Auch auf der rechten Seite des Bauchausschnittes liegt eine kürzere, trichterförmige Rinne (siehe Pouchet, Contrib. à l'hist. d. Cilio-flagellés, Journ. d. l'anat. e. d. l. phys. XIX, Paris, 1883 und Entz jun., Beiträge z. Kenntn. d. Perid., Math. u. Nat. Ber. aus Ungarn, XX, Leipzig [1902] 1905), welche als Behälter für die apikale Spitze des nächsten Individuums bei der Kettenbildung fungiert und nur gewöhnlich bei *C. hirundinella* fehlt. Entsprechend der gewöhnlichen Fortpflanzungsweise (s. d.) sind ganze dünne Hüllen im Freien selten gesehen. Die Täfelung ist für die große Ceratiengruppe ganz einheitlich; Plattenformel bisher stets:  $4\text{ ap} + 0\text{ a} + 5\text{ pr} + (4\text{ g}) + 5\text{ pst} + 0\text{ g} + 2\text{ at}$ . Ganz abweichend gestaltet sind die vier ap bei der Untergattung *Poroceratium*, wo zwei derselben sehr groß sind und ventral und dorsal liegen (sie sind verbunden durch ein ringförmiges Gebilde, das »Loch« Vanhöffens), während die beiden anderen schmale seitliche Zwischenstücke darstellen. Die Tafeln der Hypovalva sind so angeordnet, daß die beiden (resp. drei) Endhörner sich längs spalten lassen; eigentlich ist nur das linke Hinterhorn (mittlere »Antapikalhorn« beim 4-hörnigen *C. hirundinella*) ein Endhorn, denn es wird von den beiden at gebildet, während das rechte (beim 4-hörnigen *C. hirundinella* die beiden seitlichen »Postaequatorialhörner«) aus postaequatorialen Platten entsteht und Seitenhorn heißen müßte. Die Täfelung ist hier, da stets gleich, für die Artenunterscheidung belanglos, es kommt nur auf den so vielgestaltigen Bau des Körpers, besonders der Hörner an. Panzeroberfläche mit den verschiedensten Strukturen, fein areoliert bis grob retikuliert (*C. reticulatum* [Pouch.] Cleve), oder mit welligen, nicht verbundenen Verdickungsleisten; oft zerstreute Poren. Am verschiedenartigsten ist die Gestalt der Hörner, vor allem der Hinterhörner. Nur einige Formen der Süßwasserart *C. hirundinella* (*austriacum*-, *gracile*-, *robustum*-, *scotticum*- und *piburgense*-Typus) tragen an der Hypovalva je drei Hörner, sonst sind stets nur zwei vorhanden. Im letzteren Falle ist meistens das rechte kleiner als das linke. Bei der Untergattung *Amphiceratium* ist das rechte Hinterhorn rudimentär. Die Sektionen *Dens* und *Reflexa* haben abweichende Hinterhörner (siehe die Monographie von Jörgensen, Seiten 30 und 87). Bei den meisten marinen Ceratien sind die Hinterhörner nach vorne umgebogen; sie sind dann kurz bis sehr lang; oft länger, als die ganze Mittelzelle mit Vorderhorn (so z. B. bei *C. carriense-volans* [Cleve] Jörg.). Selten sind diese Hörner am Ende keulenförmig verbreitert oder fingerartig zerteilt. Zuweilen tragen alle Hörner oder einzelne (auch wohl der Mittelkörper) schwach gezähnelte Seitenkanten oder Flügelleisten mit Zähnen, die durch kleine, stachelartige Verdickungen gestützt sind. Auch glatte Flügelleisten sind häufig. Die Hörner sind normalerweise mit Plasma erfüllt; die hinteren sind wahrscheinlich nur bei der großen Sektion *Macroceros* stets am Ende offen

(Monographie von Jörgensen, Seite 61), sonst geschlossen. Im letzteren Falle können sie aber auch dadurch offen werden, daß in einer Ringzone die Zellwand aufgelöst und der distale Teil abgeworfen wird (siehe Kofoid, Exuviation, Autotomy and Regeneration in *Ceratium*. Univ. of California Publ. in Zool. Vol. 4, Nr. 6, Berkeley, 1908). Abgebrochene Hörner werden oft ergänzt. Die Ceratien führen durchweg Chromatophoren (siehe Schütt, 1895, Taf. 9 und 11); diese sind wandständig, rundlich-gelappt bis länglich. Manchmal sind nur wenige, fast farblose vorhanden, meistens viele, gelblich bis dunkelbraun. Selten wird bei *Ceratium* sogar ein Stigma gefunden, nämlich bei *C. hirsutum*.

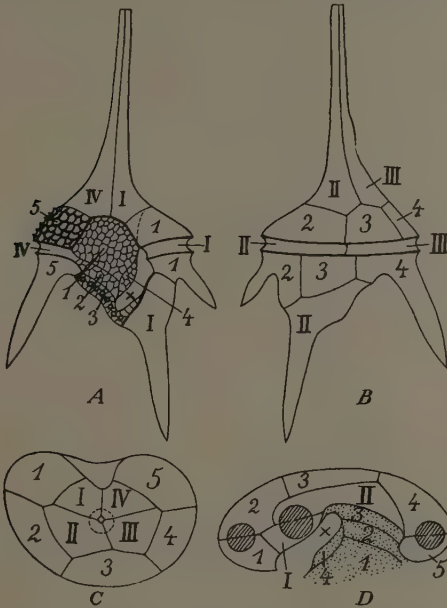


Fig. 78. *Ceratium hirsutum* (O. F. Müll.) Bergh. A Ventralansicht; die Platten des Längsfurcenenfeldes (»Bauchausschnitt«) mit der Längsfurche (bei X) sind stärker umrandet. B Dorsalansicht. C Epivalvatäfelung (das Vorderhorn gestrichelt angedeutet). D Hypovalvatäfelung (die drei Hinterhörner sind schraffiert angedeutet, die Platten des Längsfurcenenfeldes sind mit Punkten versehen, die Längsfurche ist durch ein X gekennzeichnet). Bei allen Figuren sind die Apikal-, Querfurchen- und Antapikalplatten mit römischen, die Prae- und Postaequatorialplatten mit arabischen Ziffern entsprechend gekennzeichnet. (Nach Lindemann.)

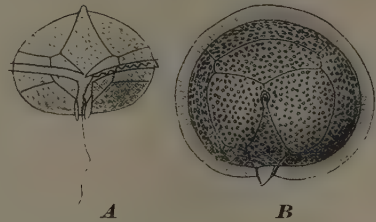


Fig. 77. *Diplopsalis lenticula* Bergh. A Ventralansicht. B Epivalva vom apikalen Pol. (Nach Schütt.)

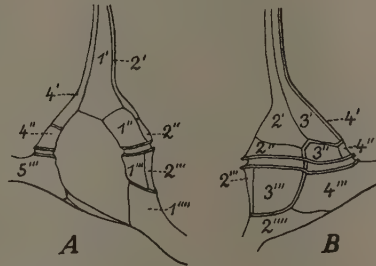


Fig. 79. *Ceratium intermedium* (Jörg.) Jörg. Tafelanordnung des Mittelkörpers: A ventral, B dorsal. (Nomenklatur von Kofoid eingetragen.) (Nach Kofoid.)

*dinella* (siehe Seite 21). Neben einer länglichen größeren Sackpusule finden sich eine Sammel- und »Nebenpusule«. Plasmaeinschlüsse sind Stärke und Fettstoffe. Kerne groß, rundlich bis länglich, grob strukturiert. Auf die Produktion von Gallerte außerhalb der Fortpflanzungszeiten ist bisher wenig geachtet, doch ist eine solche wahrscheinlich zuzeiten reichlich vorhanden (siehe Krause, Intern. Revue, Bd. III, dort ist auch von Plasmafäden zwischen den Hörnern die Rede). Besonders ist zu beachten, daß die gewöhnliche Fortpflanzung bei den Ceratien anders verläuft, als bei *Peridinium*. Sie ist eine Teilung der Zelle unter Zweiteilung ihrer Hülle (und Regenerierung der Panzerhälften) im beweglichen Zustande (hemivalvate Teilung). Daneben findet sich aber auch selten eine Teilung der Zelle samt ihrer Hülle im beweglichen Zustande (valvate Teilung, siehe Lindemann, Peridineen des Alpenrandgebietes, Bot. Arch. VIII, 3—4, S. 301, Fig. 13),

diese ist aber bisher nur an *C. hirundinella* beobachtet. Bei marinen Formen hatte um 3 Uhr nachts die Teilung eben begonnen, um 5 Uhr waren viele Zellen habiert, um 7 Uhr morgens fanden sich Zellen mit junger und alter Hälfte und um 9 Uhr war die jüngere Hälfte der älteren schon ziemlich ähnlich geworden. Mit der Teilung zusammenhängend ist die Kettenbildung mariner Formen. Über die Mechanik des Anheftens siehe oben. Die häufigsten Ketten sind die zweigliedrigen, die wahrscheinlich bald zerfallen. Ausnahmeweise finden sich vielgliedrige Ketten (*C. candelabrum* [Ehrbg.] Stein mit 15- und mehrgliedrigen Ketten). Lohmann (Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel, N. F., X, Kiel, 1908) entdeckte in gefilterten oder zentrifugierten Proben die heteromorphen Ketten, in denen das Vorderglied ein anderes *Ceratium* darstellt als das Hinterglied. Über Knospung bei *Ceratium* siehe Seite 30. Eine Kopulation bei *C. hirundinella* ist zweifelhaft und wird von Autoren wie Huber und Nipkow, die diese Form (roh) kultivierten, geleugnet. Cystenbildung unter Abwerfung der Hülle. Aus den Cysten schlüpfen junge Ceratien, die (analog der Gattung *Peridinium*) »avalvate Stadien« darstellen (für *C. hirundinella* festgestellt; siehe Zeitschr. f. Bot. 1922 und Flora, N. F., Bd. 116, 1923). Länge der Ceratien etwa 90  $\mu$  bis 1250  $\mu$ . Im Süßwasser wenige, welche alle der Untergattung *Biceratium* (Vanh.) Gran angehören. Marin verbreitet in allen Meeresteilen, ausgenommen die kältesten. Höchste Entwicklung in warmen Meeren. Leuchtvermögen in weitem Maße vorhanden.

Etwa 80 Arten, dazu Varietäten und Formen. Nach der Monographie von Jörgensen (Die Ceratien, Suppl. d. Intern. Revue zu Bd. IV, 1911) in vier Untergattungen gegliedert:

Untergatt. I. *Poroceratium* (Vanhöffen). Vorderkörper scheibenförmig flach, ohne Apikalhorn.

Untergatt. II. *Biceratium* (Vanhöffen) Gran. Zwei (selten drei) Hinterhörner, normal in der Spitze geschlossen, nach hinten gerichtet, parallel oder divergierend, das rechte kleiner, aber nie verkümmert. — Hierhin die vier Süßwasserformen (*C. cornutum*, *carolinianum*, *hirundinella* und *brachyceros*, die letzte aus Afrika). *C. hirundinella* (O. F. Müll.) Bergh (vierhörnig), siehe Fig. 78 A bis D.

Untergatt. III. *Amphiceratium* (Vanhöffen) Gran. Zelle schmal und lang, nicht oder wenig flachgedrückt. Rechtes Hinterhorn sehr klein. Hinterhörner in der Spitze normalerweise geschlossen. — *C. fusus* (Ehrbg.) DuJ.

Untergatt. IV. *Euceratium* Gran. Zelle breit, flachgedrückt. Immer zwei Hinterhörner, die gewöhnlich beide nach vorne umgebogen sind. Sie sind normalerweise geschlossen, nur bei der Sektion *macroceros* fast immer offen. *C. intermedium* (Jörg.) Jörg. siehe Fig. 79. Tafelanordnung des Mittelkörpers, ventral (A) und dorsal (B).

2. **Centrodinium** Kofoid, New Species of Dinoflagellates. Bull. of the Museum of comp. Zool. Harvard, Vol. L, Nr. 6. 1907 (Syn.: *Steiniella* [?] Cleve. Plankton, coll. by Mr. Th. Wulff d. a. v. t. a. fr. Bombay. Arkiv för Zoologie, Bd. I. Stockholm, 1903/04, S. 371, Fig. 1). — Mittelkörper seitlich zusammengedrückt, zwei Hörner am apikalen und antapikalen Pol. Apikalhorn mit Öffnung, Antapikalhorn zuweilen gedreht. Querfurche schraubig, linkswindend. Längsfurche auf die Hypovalva beschränkt. Nach Kofoid kann als Plattenform angegeben werden:  $2(4?)ap + 0a + 6pr + ?g + 5pst + 1p + 4at$ . Hülle auf der Oberfläche glatt, mit Poren versehen. Chromatophoren anwesend. Länge 70  $\mu$  bis 400  $\mu$ . Marin (»Albatroß-Exp.«), warme Meere.

5 Arten, vorläufig beschrieben. *C. porulosa* Kof. et Mich. scheint ähnlich *Murrayella* zu sein, damit weisen diese Formen Beziehungen zu den *Ozytozaceae* auf. — Pavillard (1916) fand *C. complanatum* (Cl.) Kof. im Hafen von Cette. — *C. elongatum* Kof., siehe Fig. 80.

## Goniodomaceae Lindem., n. Fam.

Gestalt etwa kugelig bis polygonal. Apex vorhanden. Querfurche ganz oder annähernd aequatorial. Marine Formen, die ausgezeichnet sind durch drei Antapikalplatten, bei den typischen Vertretern sind auch stets drei Apikalplatten vorhanden. Von den Antapikalplatten liegen zwei ventral und eine dorsal. Länge, soweit bekannt, 40  $\mu$  bis 94  $\mu$ . Nur eine Gattung.

**Goniodoma** Stein. Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883 (Syn.: *Peridinium* Pouchet, Contribution a l'histoire des Cilioflagellés. Journ. de l'Anat.

et de la Physiologie, T. 19—22, 1883; non *Peridinium acuminatum* Ehrenberg; *Gonyaulax* Okamura, An annotated list of Plankton Microorganisms of the Japanese Coast. Annotat. Zoologicae Japonenses V, 3. Tokyo, 1907). — Kugelig bis elliptisch oder polyedrisch, Apex deutlich vorhanden. Querfurche aequatorial oder doch annähernd so, schwach links-windend. Kofoid und Michener geben als Plattenformel an:  $3ap + 0a + 7pr + (6g) + 5pst + 0p + 3at$ . Zwei vielleicht unsichere Vertreter weichen ab. Hülle ein starker Panzer (bei den beiden abweichenden Formen dünn), der meist kräftig areoliert ist. Rippenleisten und Poren. Chromatophoren oft zahlreich. Kern bei *G. polyedricum* (Pouch.) Jörg. groß, eiförmig. Länge, soweit bekannt,  $40\ \mu$  bis  $94\ \mu$ . Marin, weit verbreitet.

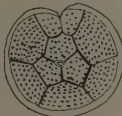
5 sichere Arten, zwei unsichere. (Von den fünf als sicher bezeichneten Arten sind zwei vorläufig und ohne Abbildungen beschrieben [Kof. u. Mich.]; die unsicheren Arten sind möglicherweise Glenodinien, es sind *G. Ostenfeldii* Paulsen und *G. lacustre* Lindemann. *G. striatum* Mangin gehört wohl anderswohin.) *G. polyedricum* (Pouch.) Jörg., ventrale Ansicht, siehe



Fig. 80. *Centrodinium elongatum* Kof. (Nach Kofoid.)



A



B



C

Fig. 81. *Goniodoma polyedricum* (Pouch.) Jörg. A Ventralansicht, B Epivalva, C Hypovalva. (Nach Stein.)

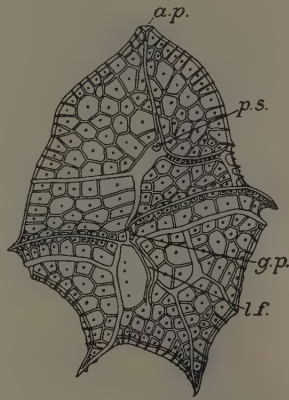


Fig. 82. *Heterodinium scrippsii* Kof. Ventralansicht. a. p. Apikalpore, p. s. porenähnliche Stelle im ventralen Feld, g. p. Geißelspalte, l. f. Längsfurche. (Nach Kofoid.)

Fig. 81 A; Täfelung der Epivalva Fig. 81 B; Täfelung der Hypovalva Fig. 81 C. Es kann noch bemerkt werden, daß *G. fimbriatum* Murr. et Whitt. gleich der Schüttchen Varietät *G. acuminatum* var. *armatum* ist; diese Form gehört aber zu *Ceratocorys*.

## Heterodiniaceae Lindem., n. Fam.

Gestalt den typischen Angehörigen der Gattung *Peridinium* ähnlich; die Querfurche liegt aequatorial oder etwas nach hinten verschoben, an der Hypovalva befinden sich meist zwei kleine bis ansehnliche Hörner. Apex vorhanden. Die Interkalarstreifen sind schwer zu erkennen und demgemäß oft unsicher. Mitten auf der ventralen Seite der Epivalva, dort, wo mehrere Interkalarstreifen zusammentreffen, befindet sich ein kleines, doch auffallendes Feld mit einem porenähnlichen Punkt. Oberfläche des Panzers mit starker Netzstruktur gezeichnet, die durch leistenförmige Erhöhungen entsteht; seltener ist diese Struktur weniger auffällig. Länge etwa  $40\ \mu$  bis  $240\ \mu$ . Nur eine Gattung bekannt.

**Heterodinium** Kofoid, Dinoflagellata of the San Diego Region. I. On *Heterodinium*, a new Genus of the Peridinidae. Univ. of Calif. Publ. Zool., Vol. 2, Nr. 8, 1906 (Syn.: *Peridinium* Murray et Whitting, New *Peridinaceae* from the Atlantic. Transact. of the Linnean Society, London, Botany, second Ser., Vol. V, 1899). — Gestalt ähnlich *Peri-*

*dinium*, sehr verschieden. Epivalva abgerundet bis hornartig zugespitzt; Hypovalva auch zuweilen abgerundet, oft aber kantig und mit zwei ansehnlichen Hörnern versehen. Apikalöffnung vorhanden. Auf der ventralen Seite der Epivalva, etwa mitten zwischen dem Apex und der Geißelspalte befindet sich ein kleines Feld mit einer porenähnlichen Stelle, welche aber scheinbar niemals eine Öffnung darstellt; dieses Feld liegt stets im mittleren ventralen Interkalarstreifen. Die Interkalarstreifen sind zuweilen schwer sichtbar, daher oft unsicher. Die Querfurche, welche aequatorial liegt oder etwas nach hinten verschoben ist, ist kreisförmig oder schwach schraubig; Schraubenhöhe bis 1,5 Furchenbreiten. Als Plattenformel kann gelten:  $3\text{ ap} + 1\text{ a} + 6\text{ pr} + (1\text{ g}) + 7\text{ pst} + 0\text{ p} + 3\text{ at}$ . Daß die 1g untergeteilt ist, wird als möglich hingestellt. Die Platten der Hypovalva sind weniger leicht zu erkennen, als die der Epivalva. Oberfläche des Panzers stark retikuliert, auch die Querfurche. In den Netzmaschen meist eine bis mehrere Poren. Plasma hyalin und farblos. Pusulen sind beobachtet. Chromatophoren fehlen z. Z. ganz, bilden manchmal »Chromatosphaeren«. Kern elliptisch. Länge 40  $\mu$  bis 240  $\mu$ . Marin.

Etwa 33 Arten, nach Kofoid in drei Untergattungen gegliedert:

Untergatt. I. *Sphaerodinium* Kofoid. Gestalt sphaeroidisch, keine antapikalen Hörner oder dieselben nur als Dornen entwickelt. Epivalva gerundet, Interkalarstreifen derselben nicht stark markiert.

Untergatt. II. *Euheterodinium* Kofoid. Epivalva dorsiventral zusammengedrückt, Interkalarstreifen stark markiert. Antapikale Hörner gut entwickelt.

Untergatt. III. *Platydinium* Kofoid. Epivalva dorsiventral zusammengedrückt und ventral ausgehöhlt, Schaufel-ähnlich. Seitenkonturen konvex, nicht zu einem apikalen Horn verschmälert. Antapikale Hörner sind vorhanden. *H. scrippsii* Kofoid, ventral, siehe Fig. 82.

Vorstehende Angaben entstammen vor allem Kofoids Publikation von 1906; von den 83 angegebenen Arten sind 20 Arten später vorläufig beschrieben (»Albatroß-Expedition«).

## Pyrophacaceae Lindem., n. Fam.

Zellen im Sinne der durch die beiden Pole gehenden Längsachse abgeplattet, daher Gestalt linsenförmig. Apex vorhanden. Querfurche kreisförmig. Marine Formen, die ausgezeichnet sind durch die große Anzahl der pr und pst, sowie durch drei oder mehr Antapikalplatten. Länge etwa 40  $\mu$ , Breite 74  $\mu$  bis 90  $\mu$ . Marin. Nur eine Gattung bekannt:

**Pyrophacus** Stein. Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883. — Gestalt nahezu kreisförmig und vollständig flachgedrückt, linsenförmig. Beide Valven etwa gleich, daher die nicht schraubige Querfurche aequatorial. Apex vorhanden. Längsfurche sehr kurz. Die Täfelung, welche leicht zu erkennen ist, schwankt bei den einzelnen Formen außerordentlich und es erscheint nicht angebracht, alle diese Formen zu einer Art zu zählen, wie es bisher geschehen ist. (Stein betrachtete Individuen mit weniger Platten als »junge«.) Die häufigste Plattenformel scheint zu sein:  $7\text{ ap} + 0\text{ a} + 12\text{ pr} + 12\text{ pst} + 2\text{ p} + 4\text{ at}$ . Charakteristisch für diese Familie ist die große Anzahl der pr und pst. Mit Berücksichtigung aller vorkommenden Formen könnte man die Plattenformel vielleicht schreiben:  $5-9\text{ ap} + 2\text{ a} + 9-13\text{ pr} + 9-13\text{ pst} + 0-2\text{ p} + 3-4\text{ at}$ . Die »Rautenplatte« ist lang und schmal. Geißelspalte auf die Hypovalva verschoben. Oberfläche der Hülle ohne stärkere Areolierung, poroid. Chromatophoren: zahlreiche kleine, oft gebogen stabförmige Plättchen, der Oberfläche anliegend, dazu im Innern zahlreiche Stäbchen zu einer Sternfigur vereinigt. Länge und Breite oben angegeben. Sehr verbreitet in wärmeren Meeren.

*P. horologium* Stein; Ventralansicht, Fig. 83 C; Epivalva, Fig. 83 A; Hypovalva, Fig. 83 B.

## Ostreopsiaceae Lindem., n. Fam.

Gestalt von den beiden Polen her niedergedrückt-kugelig bis linsenförmig. Apex exzentrisch, Längsachse schief. Querfurche nicht schraubig. Plattenanordnung nicht sicher bekannt. Antapikalplatten fehlen. Marin. Nur eine Gattung bekannt.

**Ostreopsis** Johs. Schmidt, »Peridinales« in Botanisk Tidsskrift. Bd. 24. Heft 2, Kopenhagen, 1901, Seite 218 (Syn.: *Coolia* Meunier, Microplankton de la Mer Flamande.

3. Les Péridiniens. Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. Bruxelles 8, Nr. 1, Brüssel, 1919). — Niedergedrückt-kugelig bis linsenförmig. In der Gestalt *Pyrophacus* ähnlich, aber von ganz anderem Typus, einzig unter den Dinoflagellaten dastehend. Der Apex liegt exzentrisch, daher kann auch die Längsachse als schief angesehen werden. Querfurche etwa aequatorial, bei einer Form wellenartig verbogen. Längsfurche auf die Hypovalva beschränkt. Es sind wohl stets drei Apikalplatten vorhanden, die pr werden mit 7–8 angegeben. Die Hypovalva wird aus 5 Platten zusammengesetzt, wovon Schmidt eine als »Antapikalplatte« ansieht. Platten poroid. Zellinhalt unbekannt. Länge der Hauptachse etwa  $30\ \mu$  bis  $90\ \mu$ . Marin.

2 Arten bekannt, *O. siamensis* Schmidt fast platt; *O. monotis* (Meunier) etwa eiförmig (flandrische Küste). Beide Arten unvollständig bekannt.

## Oxytoxaceae Lindem., n. nom.

Syn.: *Oxytoxinae* Schütt, E. P. 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896, Seite 24.

Gestalt kugelig, spindelförmig bis langgestreckt-stäbelförmig. Querfurche aequatorial bis weit nach vorne verschoben, oft stark schraubig. Tafelanordnung nicht immer mit

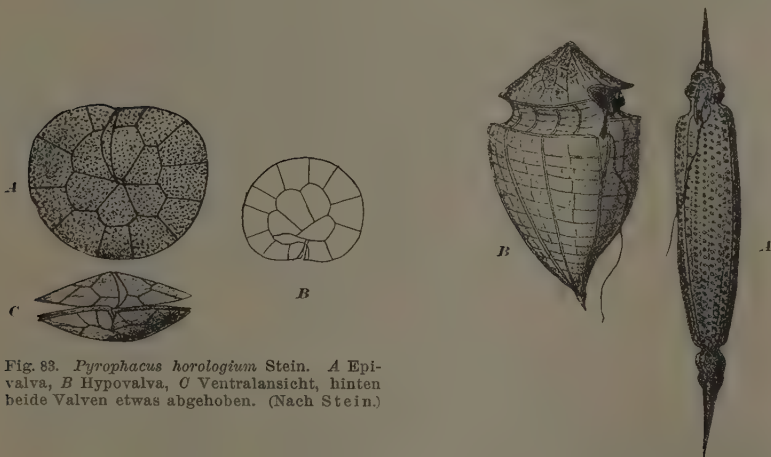


Fig. 83. *Pyrophacus horologium* Stein. A Epi-valva, B Hypovalva, C Ventralansicht, hinten beide Valven etwas abgehoben. (Nach Stein.)

Fig. 84. A *Oxytoxum scolopax* Stein. B *O. tessellatum* Stein. (Nach Schütt.)

Sicherheit erkennbar. Allen Formen ist gemeinsam, daß sich am Antapex nur eine Endplatte (ohne accessorische kleine Platte) befindet, die in einen Dorn ausläuft oder doch scharf zugespitzt ist. Panzer in der Regel stark, mit kräftiger Areolierung oder Leistenbesatz und Poren. Chromatophoren anwesend. Länge  $20\ \mu$  bis  $267\ \mu$ . Ausschließlich marin.

### Einteilung der Familie.

- A. Zellen mit aequatorialer Querfurche, Epivalva und Hypovalva sind nahezu gleich groß
- B. Querfurche nach vorne verschoben, Epivalva kegelförmig, linealisch, müthen- oder knopfförmig

1. *Murrayella*.

2. *Oxytoxum*.

1. *Murrayella* Kofoid, New Species of Dinoflagellates. Bull. of the Museum of comp. Zool. Harvard, Vol. L, 1907 (Syn.: *Ceratium [biconicum]* Murray et Whitting, New *Peridiniaceae* from the Atlantic. Transact. of the Linnean Society of London, London 1899; *Steiniella* [?] Cleve, Notes on some Atlantic Plankton-Organisms. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. 34, Nr. 1, Stockholm, 1900). — Gestalt

kugelig bis spindelförmig. Apikalöffnung nicht vorhanden (»Pseudoapex«). Querfurche aequatorial oder doch nahezu, beide Valven daher annähernd gleich. Die Querfurche ist  $\pm$  schraubig. Die Längsfurche erstreckt sich auf beide Valven, erreicht aber nicht die beiden Pole. Täfelung nicht in allen Fällen bekannt; von Kofoid wird angegeben  $2-4$  ap +  $1$  a +  $6$  pr +  $5$  pst +  $1$  at (dornähnlich). Oberfläche des Panzers stark retikuliert, gerippt oder fein punktiert. Chromatophoren anwesend. Länge  $45 \mu$  bis  $155 \mu$ . Marin.

Etwa 6 Arten, die meisten vorläufig beschrieben.

2. **Oxytoxum** Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883 (Syn.: *Pyrgidium* Stein [ebenda]). — Gestalt spindelförmig bis langgestreckt-stabförmig. Beide Valven stets ungleich; Epivalva kleiner als die Hypovalva, kegelförmig, linealisch, mützen- oder knopfförmig. Valven zugespitzt. Querfurche stets sehr deutlich, fast kreisförmig bis stark schraubig (Schraubenhöhe bis 7 Furchenbreiten!), oder auch ganz am Vorderende gelegen (bei *O. curvatum* (Kof.) Kof. et Mich. = *Prorocentrum curvatum* Kof.). Längsfurche stark verkürzt bis ganz reduziert, greift zuweilen auf die Epivalva über. Geißelspalte dort, wo Quer- und Längsfurche zusammentreffen; ist die Querfurche schraubig, so am oberen Schraubenende. Eine Plattenformel ist kaum anzugeben; es wurden Formen beschrieben, deren Panzer wahrscheinlich nicht in Platten zerfällt, diese könnten entweder in die Klasse der *Kolkwitzia* oder, wie *Oxyphysis*, in die Familie der *Amphisoleniaceae* gehören. Schütt gibt für die damals bekannten Formen:  $1$  ap +  $5$  a +  $5$  pr + ( $5$  g) +  $5$  pst +  $0$  p +  $1$  at. Die  $1$  at dornähnlich, der Enddorn kann reduziert werden. Oberfläche des Panzers entweder mit Längsleisten, die durch Querleisten verbunden werden, mit punktierten Längsleisten, auch solche, die durch Poren unterbrochen sind oder schwach retikuliert. Poren häufig. Alle lebend untersuchten Arten mit kleinen, rundlich plattenförmigen Chromatophoren, die normal an der Oberfläche gelagert, mit Neigung zur Zusammenballung (Chromatospaerenbildung). Kern nach Schütt rundlich, ei-nierenförmig, aequatorial oder häufiger in der Hypovalva gelagert, bisweilen ganz nach hinten verschoben. Länge etwa  $20 \mu$  bis  $267 \mu$ . Marin.

Etwa 25 Arten. Schütt unterteilte die damals bekannten Formen in:

Sectio I. *Oxytoxum* Stein. Vorderkörper knopfartig verkürzt und abgerundet, mit oder ohne Endstachel. *O. scolopax* Stein, siehe Fig. 84 A.

Sectio II. *Pyrgidium* Stein. Vorderkörper kegelförmig, meist ohne vorderen Endstachel. *O. tessellatum* Stein, siehe Fig. 84 B.

Von den angegebenen Arten sind 11 vorläufig beschrieben.

## Ceratocoryaceae Lindem., n. nom.

Syn.: *Ceratocoryinae* Schütt, in E. P. 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt. b. 1896, Seite 25.

Zellkörper krugförmig, Epivalva wie ein Deckel. Querfurche weit nach vorne verschoben, mit gut ausgebildeten Randleisten, meist etwas linkswindend. Eine untere charakteristische Endplatte (at), doch tritt die Wichtigkeit der Täfelung hier zurück, da die Formen an langen Körperfortsätzen erkennbar sind. Diese Fortsätze werden zuweilen länger als die ganze Zelle und besitzen eine Mittelachse, welche kurz vor dem Ende büschelförmig gestaltet ist. Bei zwei Formen fehlen diese Fortsätze, dafür sind am Hinterende der Hypovalva zwei bis mehr starke Stachel vorhanden. Panzer stark, grob strukturiert. Chromatophoren anwesend. Ausschließlich marin. Nur eine Gattung bekannt.

**Ceratocorys** Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883 (Syn.: *Dinophysis* Gourret, Sur les Péridiniens du golfe de Marseille. Ann. du musée d'hist. nat. de Marseille, T. I, 1883; *Ceratocorys* Daday, Systematische Übersicht der Dinoflagellaten des Golfes von Neapel. Termes, Füzetek, v. 2., 1883; *Goniodoma* Schütt, Die Peridinen der Plankton-Expedition. Ergebnisse der Plankt. Exp. d. Humboldt-Stiftung, Bd. IV, 1895; *Phalacroma* Schütt [ebendort]; *Gonyaulax* Schröder, Beiträge zur Kenntnis des Phytoplanktons warmer Meere. Vierteljahrsschr. d. natf. Gesellsch., Zürich, Jahrg. 51, 1906). — Zellkörper (eckig-)gerundet, krugförmig; Epivalva deckelförmig, flach bis etwas gewölbt. Dementsprechend ist die Querfurche bis nahe ans vordere Ende verschoben, Randleisten gut ausgebildet bis breit, kragenförmig. Die Querfurche ist fast

kreisförmig bis ziemlich stark linkswindend. Plattenformel nach Kofoid:  $3ap + 1a + 5pr + (8g) + 6pst + 1p + 1at$ . Die 1 at charakteristisch, zuweilen bodenförmig, bei abgerundeten Formen mehr verschwindend. Es sind meist lange Körperfortsätze vorhanden, welche zuweilen länger als der ganze Zellkörper werden; sie besitzen eine auffällige Mittelachse, die kurz vor dem Ende büschelförmig erscheint. Bei zwei abweichenden Formen fehlen diese Fortsätze; eine derselben hat vier lange Dornen an der hinteren Seite, die andere (*C. bipes* [Cleve] Kof.) zwei hornartige antapikale Körperfortsätze mit zwei starken Stacheln am Ende. Panzer stark, durchweg mit groben Poren versehen. Eine Form mit breiten Flügelleisten an den Seiten der Längsfurche, eine andere ähnlich *Phalacroma*. Chromatophoren zahlreich; nach Schütt kleine, gestreckte, gekrümmte Plättchen, zum Teil an der Oberfläche, zum Teil im Innern, in radial strahlig gestellten Plasmasträngen. Kern nach Schütt eiförmig, in der Hypovalva dorsal gelegen. Eine große, ventral-aequatorial angeordnete Sackpusule. Länge?

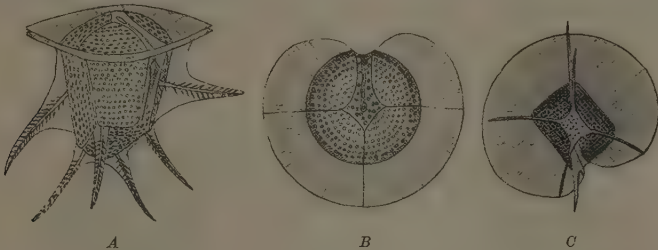


Fig. 85. *Ceratocorys horrida* Stein. A Halb-ventral von der rechten Seite, B Epivalva, C Hypovalva. (Nach Stein.)

5 Arten, *C. horrida* Stein, halb ventral von der rechten Seite, Fig. 85 A; Epivalva, Fig. 85 B; Hypovalva, Fig. 85 C. (Eine Revision des Genus ist erschienen von Kofoid, Univ. of Calif. Publ. in Zool., Vol. 6, Nr. 8, 1910.)

## Cladopyxiaceae Lindem., n. nom.

Syn.: *Cladopyxidae* Kofoid, New Species of Dinoflagellates, Bull. of the Museum of comp. Zool. Harvard, Vol. L, Nr. 6, 1907; *Cladopyxididae* Poche, Das System der Protozoa. Archiv f. Protistenkde. Bd. 30, 1913.

Gestalt sphaeroidisch. Querfurche etwas nach dem Vorderende hin verschoben. Apexöffnung vorhanden. Charakterisiert durch lange stachelartige Gebilde, welche unverzweigt oder am Ende reichlich verzweigt sein können; auf jeder Platte des Panzers je ein Stachel. Ausschließlich marin. Nur eine Gattung bekannt.

**Acanthodinium** Kofoid, New Species of Dinoflagellates. Bull. of the Museum of comp. Zoology, Harvard, Vol. L, Nr. 6, 1907 (Syn.: *Cladopyxis* Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883). — Mittelkörper von typischer Dinoflagellatenform, fast jede Platte mit einem langen Fortsatz, dessen äußeres Ende oft verzweigt ist. Der Mittelkörper ist fast kugelig gestaltet; Querfurche etwas nach dem Vorderende hin verschoben, kreisförmig. Apikalöffnung vorhanden. Die Platten der Hülle sind im allgemeinen gut sichtbar, aber ihre genaue Anordnung ist nicht in allen Teilen sichergestellt. Um die apikale Öffnung liegt ein kleines Feld und (nach Kofoids Abbildungen) rund herum 4 Apikalplatten; pr sind 8 angegeben, indessen kann wohl eine ventrale sehr kleine pr noch zur Längsfurche gerechnet werden. Platten der Hypovalva weniger regelmäßig; die zwei at von ungleicher Größe, pst sollen 6 vorhanden sein. Diese Verhältnisse gelten für die beiden Kofoidschen Formen (die vielleicht als Altersstufen derselben Art anzusehen sind [n. Kofoid]), während die Tafelung der Steinischen Formen unbekannt ist. Die Fortsätze jeder Platte besitzen einen oder mehrere mittlere Porenkanäle. Oberfläche der Hülle mit Poren versehen, nur die Plattenränder

zuweilen ohne Poren. Länge des Mittelkörpers (ohne Fortsätze) nach Kofoid 40  $\mu$  bis 45  $\mu$ ; Länge der Dornen etwa 16  $\mu$  bis 35  $\mu$ . Marin (»Albatroß-Exp.«).

Etwa 3 Arten sicher bekannt, die Steinschen Formen müssen vor der Hand als unsicher gelten. (Stein, Taf. II, Fig. 12 und 13 geben wahrscheinlich nicht hierhergehörende Formen wieder.) — *A. caryophyllum* Kof., siehe Fig. 86 (ventral).

## Podolampaceae Lindem., n. nom.

Syn: *Podolampinae* Schütt, E. P. 1. Aufl., I. Teil, 1. Abt., b. 1896, Seite 23.

Gestalt birnförmig bis kugelig. Vollständiger Panzer vorhanden, indessen vermissen wir eine eingesenkte Querfurche, wie sie bei den anderen Dinoflagellaten gefunden wird. Bei *Podolampas (elegans)* tritt als Ersatz für diese ein mit den Enden von Aequatorialplatten verbundenes schmales Band mit einer undeutlichen schwachen Furche ein; der sogenannte »Gürtel« (Schütt) von *Blepharocysta (striata)* ist in Wirklichkeit das

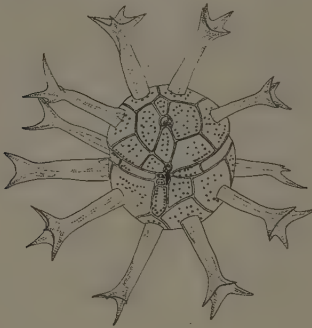


Fig. 86. *Acanthodinium caryophyllum* Kof. Ventralansicht. (Nach Kofoid.)



Fig. 87. *Podolampas bipes* Stein. Ventralansicht. (Nach Stein und Schütt.)

Band dreier Postaequatorialplatten. Querfurchenrandleisten fehlen ganz. Marine Warmwasserformen.

### Einteilung der Familie.

- A. Gestalt birnenförmig, nach vorn stielartig verjüngt. Hinterende mit 2 geflügelten Stacheln  
1. **Podolampas.**
- B. Gestalt kugelig bis eiförmig, nach vorn nicht stielartig verjüngt. Hinterende mit 2 lappigen Längsfurchenflügelleisten ohne Stacheln . . . . . 2. **Blepharocysta.**

1. **Podolampas** Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, 1883 (Syn.: *Parroccia* Gourret, Sur les Përidiniens du golfe de Marseille. Annales du Musée d'hist. nat. de Marseille. T. 1. 1883). — Die Gestalt etwa die einer Birne. Apikaler Pol hornartig verjüngt. Zelle schwach dorsiventral zusammengedrückt. Statt einer deutlichen Querfurche sieht man ein gekrümmtes, wie gestreift aussehendes Band, welches tatsächlich eine sehr schwache furchenartige Einbuchtung trägt, aber mit einer normalen Querfurche wohl nichts gemein hat. Der von diesem Band an gerechnet obere Teil der Zelle (Epivalva) ist etwa dreieckig mit hornartig verlängerter oberer Spitze, der untere Teil (Hypovalva) trogförmig, trägt antapikalwärts die zwei langen, von Flügelleisten begleiteten Stachel. Über die Täfelung und die genaueren Verhältnisse bei *P. elegans* (wie sie wahrscheinlich typisch für die Gattung sind) erfahren wir näheres durch Kofoid (Arch. f. Protistenkde., Bd. 16, 1909). Zu beiden Seiten der apikalen Öffnung liegen die zwei Apikalplatten, deren Trennungsnah auf dem Horn mitten ventral und dorsal entlangläuft. Eine dorsale accessorische Platte. 6 Praeaequatorialplatten, deren erste sehr schmal ist und bei den anderen Arten vermutlich gerade so existiert (bisher meist als Interkalarstreifen angesehen). Das breite Band (»Querfurche«) um-

säumt den hinteren Rand der Praeaequatorialplatten; dann folgen die drei Postaequatorialplatten und vier Antapikalplatten (seitlich gerichtete Interkalarstreifen schwer zu erkennen). Diese Verhältnisse weichen also beträchtlich von den bisherigen (Schütt'schen) Ansichten ab. Längsfurchenplatte, wie üblich, vorhanden (diese mit dem »Gürtel« ist der »Furchenpanzer« Schütt's!), am Grunde derselben liegt die Geißelspalte. Querfurchenband ohne Randleisten. Panzer poroid. Die Flügelleisten der Hinterstachel können miteinander verschmolzen sein; die des linken Stachels ist mit der Randflügelstachele der Längsfurche verwachsen. Chromatophoren nicht zahlreich, kleine Plättchen, der Oberfläche angeschmiegt mit Neigung, sich zu Kugeln (Chromatosphaeren) zusammen zu ballen. Eine sehr große Sackpusule, selten einfach sackförmig, meist einen kompliziert gebauten Hohlraum bildend. Sammelpusule klein, kugelig, mit »Tochterpusulenkranz« in der Nähe der Geißelspalte. Kern groß, eiförmig in der Hinterhälfte oder aequatorial gelagert, sehr stark lichtbrechend, Kernfäden besonders dick, doppeltbrechend. Von dem »Siebteil« des hinteren Panzerendes ins Innere ist ein Bündel sehr feiner Fäden oder Nadeln (Rhabdosomen) ausgespannt, die Nadeln können bei erkrankender Zelle aus der »Siebplatte« hervorgeschossen werden, amöboidal kriechendes Plasma folgt nach. Länge

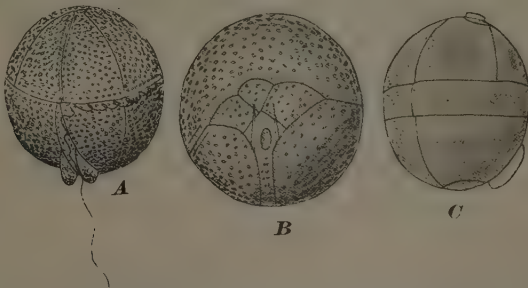


Fig. 88. A und B *Blepharocysta splendor maris* Ehrb. A Fast ventral. (Nach Schütt.) B Ansicht vom antapikalen Pol. (Nach Stein.) — C *Blepharocysta striata* Schütt. »Habitus«, annähernd dorsal (fast ohne Plattenstrukturen). (Nach Schütt.)

bei *P. reticulata* 80  $\mu$  bis 92  $\mu$ , hier die ganze Zelle stark retikuliert. Marine Warmwasserformen.

Etwa 4 Arten, *P. bipes* Stein, Ventralansicht, siehe Fig. 87.

**2. *Blepharocysta*** Ehrenberg, Die das Funkeln und Aufblitzen des Mittelmeeres bewirkenden unsichtbar kleinen Lebensformen. Festschrift, Berlin, 1873 (Syn.: *Peridinium* Ehrenberg, Über das Leuchten und über neue mikrosk. Leuchttiere des Mittelmeeres. Monatsber. d. Berliner Akad. 1859). — Gestalt kugelig bis oval. Apex vorhanden (Öffnung nach Schütt, aber die Zeichnung s. Hauptwerkes, Taf. 20, Fig. 59, 2 zeigt dies nicht!). Von einer Querfurche ist nichts wahrzunehmen; Schütt's »Gürtel« ist in Wirklichkeit das Band dreier Postäquatorialplatten (Kofoid). Apikalplatten sehr klein; Kofoid glaubt, daß auch hier zwei vorhanden sind (siehe Arch. f. Protistenkde., Bd. 16, 1909, Seite 51) und ebenso eine accessorische, die der gleichen von *Podolampas* entspricht. Dann folgen die 6 Praeaequatorialplatten, deren erste ein ganz schmales Stück ist (»Interkalarstreifen« Steins). Die Postaequatorialplatten können sehr verschiedene Ausdehnung besitzen (bei *B. splendor maris* [Stein, Taf. 8, Fig. 3] groß, bei *B. striata* [Schütt, Taf. 20, Fig. 59, 1] kleiner), es sind aber stets drei, soweit bekannt. Die antapikalen Verhältnisse sind unsicher (Stein bildet drei Endplatten ab, Taf. 8, Fig. 5). Auf der unteren Körperhälfte eine schmale Platte, welche von der »Quernaht« bis nahe an das hintere Ende geht, dieselbe mit Randflügeln. Zwischen diesen Flügeln die weit nach hinten verschobene Geißelspalte. Diese Platte stellt wahrscheinlich die Längsfurchenplatte dar. Oberfläche des Panzers mit kleinen zerstreuten Poren oder abwechselnd Längsreihen von zarten Verdickungsleisten und Poren. Chromatophoren im Innern zweifelhaft, doch häufig werden die Zellen gefunden mit einem an der Geißelspalte haftenden, sackartigen, plasmatischen Anhängsel, das zu Kugeln geballte Chromatophoren (»Chromatosphaeren«) trägt. 2 große

kugelige Sackpusulen nahe der Geißelspalte und bisweilen dazu noch zwei kleinere, kugelige Sackpusulen mit »Tochterpusulenzonen«. Kern groß, ei-linsen-nierenförmig, nahezu aequatorial, dorsal gelagert, Kernfäden sehr dick. Besonderer Einschuß: ein Bündel sehr feiner Fäden (Rhabdosomen), an der einen Seite hinter der Geißelspalte peripherisch inseriert. Länge unsicher, etwa  $52\ \mu$  bis  $60\ \mu$  (?). Marine Warmwasserformen; *Steins Fundort* Helgoland ist zweifelhaft. Das Leuchtvermögen soll stark sein.

2 Arten, *B. splendor maris* Ehrbg., fast ventral, Fig. 88 A (nach Schütt); Ansicht vom antapikalen Pol, Fig. 88 B (nach Stein); *B. striata* Schütt, »Habitus«, annähernd dorsal, Fig. 88 C (nach Schütt).

### 3. Unterabteilung: PHYTODINIERAE Lindem., n. Unterabt.<sup>1)</sup>

Zellen ohne Geißeln und Furchen. Die Hüllen sind zelluloseartige Zellwände, enthalten der Forderung oder einer dicken Pellicula, sind auch niemals panzerartig. Gallertbildung in einem Falle reichlich. Plasma strahlig gebaut; Chromatophoren gelb. Ein Stigma ist nicht vorhanden. Zellkerne feinkörnig oder deutlich fädig. Vermehrung durch Zweiteilung; Schwärmer unbekannt. Algenähnliche »abgeleitete« Reihe, deren Vertreter nur noch durch den ganzen Bau ihrer Zellen als Angehörige der Dinoflagellaten erkennbar sind. Länge der Zellen  $24\ \mu$  bis  $60\ \mu$ . Süßwasserformen. Nur eine Familie bekannt.

### Phytodiniaceae Klebs.

Über Flagellaten- und Algen-ähnliche Peridineen. Verhandl. des Naturhist.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, Heft 4, 1912, Seite 443.

Syn.: (non *Cystodiniidae* Kof. et Sw.).

Mit dem Charakter der Unterabteilung.

#### Einteilung der Familie.

A. Zellen nicht mittels eines Stieles festgeheftet.

a. Zellen kugelig bis ellipsoidisch, ohne stachelartige Fortsätze.

α. Einfache Zellwand, nicht geschichtet . . . . . 1. *Phytodinium*.

β. Zellwand geschichtet, abwechselnd aus Gallertsubstanz und Zellhäuten bestehend

4. *Gloeodinium*.

b. Zellen (eckig bis) tetraedrisch, mit stachelartigen Fortsätzen . . . . . 2. *Tetradinium*.

B. Zellen mittels eines Stieles festgeheftet . . . . . 3. *Styloclodium*.

<sup>1)</sup> Die Diagnose von *Dinotrix paradoxa* findet sich bei Pascher, Ber. d. d.-bot. Ges., Bd. 32, 1914 (siehe auch die Seiten 32 und 43). — Hier mag auch *Glaucocystis* (siehe Olmanns, »Morph. u. Biol. d. Algen«, S. 70, 1922) Erwähnung finden. Chodat gründet dafür eine neue Familie und stellt sie in die Nachbarschaft vorstehender Formen.

Anm. d. Red.: Für die Algenreihe der Peridineen hat statt der obigen Bezeichnung (besser wäre Phytodiniaceae) schon im Jahre 1926 Pascher (Arch. f. Protistenk. 36, 135) den Namen Dinophyceae vorgeschlagen. Er rechnet dazu auch die Klebschen Gattungen *Hyphodinium* und *Cystodinium*, die durch gymnodinienartige Jugendzustände den Anschluß an die echten Peridineen vermitteln, während des vegetativen Lebens aber unbewegliche Assimilationszellen besitzen. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Reihe haben Pascher (ebenda 58, 1. 1927) und Geitler (ebenda 61, 1. 1928) veröffentlicht.

Anm. d. Verf.: Obige, nach Beendigung des Druckes der Redaktion (es dürfte die Bandredaktion gemeint sein) angefügte Anmerkung veranlaßt mich, zunächst einmal festzustellen, daß ich die Bezeichnung »Phytodiniaceae« absichtlich nicht gewählt habe, weil nach den Vorschriften (vgl. Engler u. Gilg, Syllabus, 9/10. Aufl., 1924) die Endung »aceae« für die Tribus vorbehalten ist, mithin eine Gruppe geringen Umfanges (innerhalb der Familie) bezeichnet, während es sich hier um eine größte Gruppe der Peridineen, nämlich eine Unterabteilung, handelt. Da mir von Haupt- und Bandredaktion nach Drucklegung nicht mehr gestattet wurde, eine Änderung des Wortes »Phytodiniaceae« (für das sich s. Z. kein passenderes fand) im Text vorzunehmen, so ersetze ich es jetzt durch die Bezeichnung *Phytodiniiformes*, die also überall für »Phytodiniaceae« eintritt. — Da die mit dem Namen Dinophyceae bezeichnete »Algenreihe« sich mit keiner der von mir behandelten Gruppen deckt, so bestand für mich nicht die Möglichkeit, diese Bezeichnung unter den Synonymen anzuführen. Im übrigen vgl. S. 32/33 und S. 43.

1. **Phytodinium** Klebs, Über Flagellaten- und Algen-ähnliche Peridineen. Verh. d. Nat.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, Heft 4, 1912. Auch: Unt. bot. Inst. Tübingen, I, 1883, S. 355, Taf. IV, Fig. 30 a, b. — Gestalt der Zellen kugelig bis breit oval. Die Zellhaut zeigt zelluloseartigen Charakter und liegt dem Protoplasma stets dicht an. Letzteres bildet nach Art der Pflanzenzellen einen Wandbelag mit zahlreichen gelben scheibenförmigen Chromatophoren, von hier »gehen netzförmige Plasmastränge durch den großen Zellsaft«. Inhaltsbestandteile sind Stärkekörner, farblose Öltropfen und einzelne rote Ölflecke. Kein Stigma. Kern mit fädiger Struktur. Gallertbildung, ebenso wie Furchen oder Geißeln niemals beobachtet. Bei der Fortpflanzung streckt sich die Zelle in die Länge und teilt sich quer. Die bewegungslosen Tochterzellen werden durch Aufplatzen der Mutterzellhaut frei. Länge der Zellen  $42\ \mu$  bis  $50\ \mu$ ; Breite  $30\ \mu$  bis  $45\ \mu$ . In der Umgebung von Tübingen beobachtet. Klebs selber hält es nicht für ausgeschlossen, daß wir es mit einem Entwicklungszustand einer anderen Dinoflagellate zu tun haben, doch ist hierfür der Nachweis bisher nicht erbracht.

Eine Art, *Ph. simplex* Klebs, siehe Fig. 89.

2. **Tetradinium** Klebs, ebendort: Verh. d. Nat.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, Heft 4, 1912. — Gestalt der Zellen typisch tetradrisch, zuweilen drei- bis vier-



Fig. 89. *Phytodinium simplex* Klebs.  
(Nach Klebs.)



Fig. 90. *Tetradinium javanicum* Klebs.  
(Nach Klebs.)



Fig. 91. *Styloidium globosum* Klebs,  
(Nach Klebs.)



Fig. 92. *Gloeodinium montanum* Klebs.  
(Nach Klebs.)

eckig, wobei die Ecken gewöhnlich nicht in derselben Ebene liegen. Zellhaut derb, in konzentrierter Schwefelsäure nicht sofort verschwindend, sondern sich langsam auflösend. An jeder Ecke befinden sich zwei (selten nur einer) meist ungleichgroße stachelartige Fortsätze, die in einer Ebene liegen. Mit diesen Fortsätzen haften die Zellen an Wurzelhaaren von *Azolla* sehr fest, es wäre daher möglich, daß die Anheftung mittels einer gallertartigen Klebmasse erfolgt, doch ist eine solche bisher nicht nachgewiesen. Der Zellbau entspricht dem von *Phytodinium*. Protoplasma der Zellwand stets anliegend, von hier gehen Plasmastränge durch den Zellsaft. Chromatophoren gelb, scheibenförmig, sehr dicht, überall verteilt. Inhaltsbestandteile sind Stärkekörner und einzelne gelbrote Ölflecke. Kein Stigma. Kern typisch dinoflagellatenartig. Furchen und Geißeln niemals beobachtet. Fortpflanzung durch Zweiteilung; oft findet man die beiden nackten Tochterzellen noch in der mütterlichen Hülle liegend, bei der Entleerung der bewegungslosen jungen Individuen reißt die mütterliche Hülle auf. Das weitere Schicksal der Tochterzellen ist nicht bekannt; Klebs vermutet, daß eine Schwärmerbildung irgendwie vorkommt. Durchmesser der Zellen  $44\ \mu$  bis  $60\ \mu$ . Dreimal beobachtet: zwischen Wurzelhaaren von *Azolla* in einem Holzkübel des botanischen Gartens von Buitenzorg (Java) und in einem kleinen Tümpel bei Meester Cornelis (nahe bei Batavia), ferner von Wołoszynska im Mittl. Toporowy-See (Polen).

Eine Art, *T. javanicum* Klebs, siehe Fig. 90.

3. **Styloclinium** Klebs, ebendort: Verh. d. Nat.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, Heft 4, 1912. — Gestalt der Zellen kugelig bis dickeiförmig, mit einem Stiel auf anderen Pflanzenteilen festgeheftet. Zellhaut derb, zelluloseartig. Das Protoplasma liegt der Hülle dicht an, enthält zahlreiche gelbe, oft unregelmäßig geformte, scheibenförmige Chromatophoren. Stärkekörner und Ölflecke. Kein Stigma. Zellkern mit deutlicher Fadenstruktur. Der Stiel geht entweder direkt in die Zellhülle über oder er trägt nach Klebs eine »höschenartige Umhüllung«, nach Lindemann gehört diese Verdickung der Zelle selbst an, die am Grunde eine Ausbauchung besaß. Dieser Stiel ist nicht gallertartig, sondern solide, löst sich sehr langsam in konzentrierter Schwefelsäure auf. Die Basis des Stieles ist eine Scheibe, die sich nicht in konz. Schwefelsäure auflöst; mit dieser Scheibe sitzt der Organismus auf der Unterlage fest. Nach Platzen der Zellwand wird eine mit neuer Membran umhüllte Kugel entleert, deren weiteres Schicksal unbekannt ist. Schwärmerbildung wird vermutet. Teilungserscheinungen bisher nicht gesehen. Durchmesser  $20\ \mu$  bis  $40\ \mu$ ; Länge des Stieles  $12\ \mu$  bis  $36\ \mu$ . Die Klebs'schen Fundorte sind genau dieselben, wie bei der vorigen Gattung; Lindemann fand *St. globosum* in einem Moore bei Greifswald, Woloszyńska *St. truncatum* im Mittl. Toporowy-See (Polen).

Zwei Arten, *St. globosum* Klebs, siehe Fig. 91. In den Sümpfen bei Batavia eine kleinere Form *St. truncatum* Klebs<sup>1)</sup>.

4. **Gloeoclinium** Klebs, Verh. d. Nat.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, Heft 4, 1912 (Syn.: *Ouracoccus* und *Urococcus*, siehe Klebs, Seite 411 u. f.). — Gestalt der Zellen kugelig bis elliptisch; braungelbe Chromatophoren sehr dicht gelagert, so daß der Zellinhalt nur undeutlich sichtbar ist. Zelluloseartige Zellwand, die auch in konz. Schwefelsäure lange als zartes Häutchen erhalten bleibt (ältere Zellwände noch nach 24 Stunden unverändert). Reichliche Gallertbildung, die dem Organismus das charakteristische Aussehen verleiht. Umhüllung der Zellen geschichtet, abwechselnd aus Gallertsubstanz und Zellhäuten bestehend. Inhalt der Zellen mit vielen Stärkekörnchen, mit einer farblosen öltartigen Substanz und mit orangeroten Ölflecken. Kein Stigma. Zellkern mit Fadennäuel, welches jedoch erst nach Färbung deutlich sichtbar wird. Furchen und Geißeln nicht beobachtet. Bei der Teilung bleiben die mütterlichen Umhüllungen meist erhalten, während die Tochterzellen neue Hüllen und Gallertschichten bilden. So entstehen Kolonien mit konzentrisch geschichteten Häuten. Die ältesten Hüllen können aufreißen, jedoch bleiben u. U. Gruppen von 8 oder mehr Zellen zusammen. Länge der Zellen ohne Umhüllung  $25\ \mu$  bis  $27\ \mu$ , Breite  $19\ \mu$  bis  $21\ \mu$ . Kolonien werden über  $60\ \mu$  groß. Der Organismus ist in Torfmooren und -sümpfen recht häufig.

Eine Art, *Gl. montanum* Klebs, siehe Fig. 92. Siehe auch Seite 81.

<sup>1)</sup> Diese Form wurde nach Woloszyńska 1893 von Eichler und Raciborski entdeckt (*Characium cerassiforme*). (Rozpr. Ak. Um. Wydz. mat.-przyr., Bd. 26, Krakau; auch: Eichler, Pam. fizyogr., Bd. 13, 1895.)

# Abteilung BACILLARIOPHYTA (DIATOMEAE).

Von

**George Karsten.**

Mit 329 Figuren.

Einzellige Organismen von sehr geringer Größe und sehr verschiedener Form. Oft in Ketten oder Kolonien vereinigt. Die Zellwände sind stark kieselsäurehaltig. Sie bestehen aus verschiedenen Platten, den Schalen (valvae) und den Gürtelbändern (pleurae); bisweilen sind noch schalenartige Septen in das Zellumen eingeschoben. Die aus Schale und Gürtelband bestehenden Zellwandteile von ungleicher Größe sind wie Deckel und Schachtel übereinandergeschoben und beweglich verbunden. Der Zellinhalt führt neben einem Kern gelbe, grüngelbe oder braune Chromatophoren. Vermehrung durch Teilung, wobei innerhalb der alten Schalen neue Rücken an Rücken ausgeschieden werden. So müssen sich die Zellgenerationen andauernd verkleinern. Durch einen von Zeit zu Zeit eintretenden Wachstumsvorgang des aus der Panzerumhüllung austretenden Plasmakörpers, die Auxosporenbildung, wird die normale Zellgröße wieder hergestellt. Sexualität ist bei zahlreichen Arten in verschiedener Formausbildung vorhanden. Die Zellen sind teils unbewegliche Oberflächenformen, teils neben unbeweglichen bewegliche Grundformen, die durch die Reibung eines aus Zellöffnungen hervortretenden strömenden Plasmabandes am Wasser geradlinig vor- oder rückwärtsschwimmen können.

## Wichtigste Literatur.

(Die Zahlen werden als Literaturhinweise den Figuren oder dem Text eingefügt.)

A. Abbildungswerke. 1. Adolf Schmidt, Atlas der Diatomaceenkunde. Leipzig ab 1874. — 2. William Smith, A Synopsis of the British Diatomaceae. Tafeln von Tuffen West. London 1853—1856. — 3. A. F. Castracane, Report on the Diatomaceae collected by H. M. S. Challenger, 1873—1876. Bot., vol. II. 1886. — 4. Van Heurck, Traité des Diatomées. Anvers 1899. — 5. H. et M. Peragallo, Les Diatomées marines de France. 187 Tafeln, Erklärungen und Text publ. par M. J. Tempère 1897—1908. — 6. Janisch, Diatomeen der Gazelle-Expedition. 1874—1876. — 7. Alph. Meunier, Duc d'Orléans, Campagne arctique de 1907. Mikroplankton, Diatomeen, Taf. XXIV—XXXVI. — 8. Josef Pantocsek, Beitr. z. Kenntnis der fossilen Bacillariaceen Ungarns. II. Auflage, 3 Teile. 1903—1905.

B. Morphologie, Entwicklungsgeschichte und Physiologie. 9. H. Bachmann, Cyclotella bodanica var. lemanica O. Müller und ihre Auxosporenbildung. Pringsh. Jahrb. XXXIX, 1908. — 10. W. Benecke, Ueber farblose Diatomeen der Kieler Foehrde. Pringsh. Jahrb. XXXV, 1900. — 11. F. Bergon, Biologie des Diatomées. Bull. de la soc. bot. de France. 4 Taf. 1907. — 11a. El. Borscow, Die Süßwasserbacillariaceen (Diatomaceen) des Südwestl. Rußlands. Kiew 1873. — 11b. Konrad Gemeinhardt, Die Gattung Synedra in systematischer, zytologischer und ökologischer Beziehung. Kolkwitz, Pflanzenforschung, Heft 6, 1926. 11c. Derselbe, Beiträge zur Kenntnis der Diatomeen. Ber. D.-Bot. Ges. XLIX. 1926, 517. — 12. H. H. Gran, Protophyta. Norsk. Nordhavs Exped. 1876—78. Christiania 1897. 13. Derselbe, Diatomaceae from the Ice floes and Plankton of the Arctic Ocean. Norw. Polar-Exp. 1893—96. 14. Derselbe, Nordisches Plankton. XIX. Diatomaceae. Kiel u. Leipzig 1905. 15. Derselbe, Die Diatomeen der arctischen Meere. Fauna arctica III, 1901. 16. Derselbe, Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres. Bergen 1902. 17. Derselbe u. K. Yendo, Japanese Diatoms. Videnskapselsk. Skrifter. Christiania 1914. — 18. P. Hauptfleisch, Die Auxosporenbildung von Brebissonia. Boeckii Grun. und die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Mitt. d. Naturw. Vereins Neu Vor-Pommerns 27, 1895. — 18a. O. Heinzerling, Der Bau der Dia-

- tomeenzelle. Bibliotheca botanica 69, 1908. — 19. G. Karsten, Die Diatomeen der Kieler Bucht. Wiss. Meeresunters. K. Kommission. Kiel, Bd. 4, 1899. 20. Derselbe, Formänderungen von *Skeletonema costatum* (Grev.) Grunow u. ihre Abhängigkeit von äußeren Faktoren, *ibidem* 3, 1897. 21. Derselbe, Die Auspendenbildung d. Gattungen *Cocconeis*, *Surirella* und *Cymatopleura*. Flora, 87, 1900. 22. Derselbe, Über farblose Diatomeen. Flora, 89, 1901. 23. Derselbe, Die sogenannten „Mikrosporen“ der Planktondiatomeen und ihre weitere Entwicklung, beobachtet an *Corethron Valdiviae*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. XXII, 1904. 24. Derselbe, Das Phytoplankton der Valdivia-Expedition nach d. Material der D. Tiefsee-Exped. 1898/99. Bd. II, 1—3, 1905 bis 1907. 25. Derselbe, Über die Reduktionsteilung bei der Auspendenbildung von *Surirella saxonica*. Zeitschr. f. Bot., Bd. IV, 1912. 25a. Derselbe, Zur Entwicklungsgeschichte der Diatomeen. Internat. Revue der ges. Hydrobiologie etc., XIII, 326, 1925. — 26. Fr. Hustedt, Bacillariaceen aus der Wumme. Abh. Nat. Ver. Bremen, Bd. XX, 2, 275, 1911. 26a. Derselbe, Unters. über den Bau der Diatomeen. I. Raphe u. Gallertporen der Eunotioiden. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 44, 1926, 142. 26b. Derselbe, II. Koloniebildung der Gattung *Pinnularia*. III. Zur Anatomie der *Triceratium*-Membran. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 44, 1926, 394. 26c. Jiro Ikari, On the Nuclear and Cell division of a Planktondiatom *Coscinodiscus subulii* Jürgensen. Botan. Magaz., Tokyo, vol. XXXVII, 1923, 2 Taf. — 27. H. Klebahn, Beiträge zur Kenntnis der Auspendenbildung. I. *Rhopalodia gibba* (Ehrbg.) O. Müller. Pringsh. Jahrb. XXIX, 1896. — 27a. K. W. Kolbe, Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebietes. Pflanzenforsch. von R. Kolkwitz, Heft 7, Jena 1927. — 28. R. Lauterborn, Unters. über Bau, Kernteilung u. Bewegung d. Diatomeen. Leipzig 1896. — 29. J. E. Lüders, Beobachtungen über Organisation, Teilung und Kopulation der Diatomeen. Bot. Ztg. 1862. — 30. L. Mangin, Observations sur les Diatomées. Ann. d. sciences nat. IX, Sér. VIII, Bot., Paris 1909. — 31. Th. Meinhold, Beitr. zur Physiologie der Diatomeen. Ferd. Cohn's Beitr. z. Biologie d. Pfl., X, 1911. — 32. C. Méreschkowsky, Les types de l'endochrome chez les Diatomées. Scripta bot. horti Univ. Petropolitani, XXI, 1903. 33. Derselbe, Über farblose Pyrenoide u. gefärbte Elaenoplasten. Flora, 92, 1903. 34. Derselbe, Les types des Auspenden chez les Diat. et leur évolution. Ann. d. sc. nat. Bot. XVII. 35. Derselbe, Études sur l'endochrome des Diatomées. I. Mém. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg, VIII. Sér., 1900. — 36. P. Miquel, De la culture artificielle des Diatomées. Le Diatomiste. I, 73, Nr. 8 ff., 1890—1893. 37. Derselbe, Réch. expér. sur la physiologie, morphologie et la pathologie des Diat. Ann. de micrographie 1892/93. 38. Derselbe, Des spores des Diat. Le Diatomiste. II, 26, 1893—1896. 39. Derselbe, Du rétablissement de la taille et la rectification de la forme chez les Diat., *ibidem* 61. — 40. Otto Müller, Über d. feineren Bau d. Zellwand der Bacillariaceen usw. Archiv f. Anatomie, Physiologie u. wiss. Medizin. Reichert u. du Bois-Reymond, 1871, 472 ff. 41. Derselbe, Die Zwischenbänder u. Septen der Bacill. Ber. d. D. Bot. Ges., IV, 1886. 42. Derselbe, Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung der Bacill., *ibidem* VII, 1889. 43. Derselbe, Die Ortsbewegung der Bacill. I—VII, *ibidem* XI—XXVII. 43a. Derselbe, Diatomeen aus Java, *ibidem* VIII, 1890. 44. Derselbe, Über Achsen, Orientierungs- u. Symmetrieebenen bei d. Bac., *ibidem* VII, 1895. 44a. Derselbe, *Rhopalodia*, ein neues Genus der Bacillariaceen. Englers Jahrb., Bd. 22, 1897, Fig. 54 ff. 45. Derselbe, Modell einer *Pinnularia*, *ibidem* XVI, 1898. 46. Derselbe, Kammern und Poren in der Zellwand d. Bac., I—IV, *ibidem* XVI—XVIII, 1898 bis 1900. 47. Derselbe, Die Zellhaut u. das Gesetz der Zellteilungsfolge von *Melosira arenaria* Moore. Pringsh. Jahrb., XIV, 1884, 232. 48. Derselbe, Pleomorphismus, Auspendenbildung und Dauersporen bei *Melosira*-Arten, *ibidem* XLIII, 1906, 46. 49. Derselbe, Bac. aus den Natronthälern von El Kab, Ob.-Ägypt. Hedwigia, XXXVIII, 1899. — 50. G. Murray, On the reproduction of some marine Diatoms. Proceed. of the R. soc. of Edinburgh, XXI, 207, 1896. — 51. W. Ostwald, Zur Theorie des Planktons. Biol. Centralbl., 1902. 52. Derselbe, Zur Theorie der Schwebvorgänge usw. Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. XCIV, 1903. 53. Derselbe, Theoretische Planktonstudien. Zoolog. Jahrbuch 1903. — 54. Emma Ott, Unters. über den Chromatophorenbau der Süßwasserdiatomeen u. deren Beziehungen zur Systematik. Sitzber. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. CIV, I, 1900. — 55. J. Pavillard, Bacillariales. Progressus rei. bot. III, Jena 1910. 56. Derselbe, Observations sur les Diatomées, 1—3. Bull. de la soc. bot. de la France, 1911—1914. 57. Derselbe, Recherches sur les Diat. pélagiques du Golfe du Lion. Trav. de l'institut bot. de l'univ. de Montpellier, 1916. — 58. H. Peragallo, Sur la question des spores des Diat. Bull. de la Station biol. d'Arcachon, 1904—05. Trav. des labor., VII, 1906. 59. Derselbe, Sur l'évolution des Diat., *ibidem* IX, 1906, Paris. 60. Derselbe, Sur la division cellulaire du *Biddulphia mobiliensis*, *ibidem* 1907. — 61. E. Pfitzer, Unters. über Bau u. Entwicklung der Bacillariaceen. Bot. Abh., herg. von J. Hanstein, II, Bonn, 1871. 62. Derselbe, Bacillariaceen. Schencks Handb. d. Bot., II. — 63. W. Prinz et E. van Ermenen, Rech. sur la structure de quelques Diat. cont. dans le „Cementstein von Jütland“. Soc. belge de Mikro., VIII, Brüssel 1883. — 64. S. Proszak, *Synedra hyalina*, eine apochlotische Bacillariacee. Österr. bot. Ztschr., 1900. — 65. Oswald Richter, Reinkulturen von Diatomeen. Ber. d. D. Bot. Ges., XXI, 1903. 66. Derselbe, Zur Physiologie der Diatomeen. I. Sitzber. d. Akad. Wien, CXV, 1906. 67. Derselbe, Zur Biologie d. *Nitzschia putrida*.)

II. Denkschr. d. Akad. Wien, 1909. 68. Derselbe, III. Über die Notwendigkeit des Natriums für braune Meeresdiatomeen. Sitzber. d. Akad. Wien, CXVIII, 1909. — 69. J. Schiller, Ein neuer Fall von Mikroporenbildung bei *Chaetoceras Lorenzianum*. Ber. d. D. Bot. Ges., XXVII, 1909. — 70. P. Schmidt, Morph. u. Biolog. der *Melosira varians*. Internat. Revue d. Hydrobiologie, XI, 1923. — 71. Fr. Schmitz, Die Bildung der Aurosporen von *Cocconeia cistula* Ehrhbg. Bot. Ztg., XXX, 1872. — 72. Bruno Schröder, Unters. über die Gallerterbildungen der Algen. Verh. d. Naturhist. Vereins zu Heidelberg, N. F., 7, 1902. — 73. F. Schütt, Das Pflanzenleben der Hochsee. Kiel u. Leipzig 1893. 74. Derselbe, Ein neues Mittel der Koloniebildung bei Diatomeen und seine systematische Bedeutung. Ber. d. D. Bot. Ges., XVIII, 1899. 75. Derselbe, Bacillariales in Engler-Prantl, I. Aufl., 1896. 76. Derselbe, Centrifugales Dickenwachstum der Membran und extramembranöses Plasma. Pringsh. Jahrb., XXXIII, 1899. 77. Derselbe, Centrifugale und simultane Membranverdickungen. Pringsh. Jahrb., XXXV, 1900. — 77a. Paul Schulz, Die Kieselalgen d. Danziger Bucht mit Einschluß derjenigen aus glazialen und postglazialen Sedimenten. Bot. Archiv, 50, 1926. — 78. M. Voigt, Über eine Gallerthaut bei *Asterionella gracillima* und *Tabellaria fenestrata*. Biol. Centralbl., XXI, 1901. — 78a. G. S. West, Algological Notes. XI. Resting spores of *Surirella spiralis* Kütz. Journal of Bot., L, 1912. — 79. K. Yendo u. K. Akatsuka, A seasonal mode of aurospore formation of *Arachnoidiscus Ehrenbergii* Bail. Bot. mag. Tokyo, 26, 1910.

C. Periodizität und Ökologie. 80. C. Apstein, Das Süßwasserplankton. Kiel u. Leipzig 1896. 81. Derselbe, Plankton der Nord- u. Ostsee auf den D. Terminfahrten. Wissch. Meeresunters., N. F. 9., Kiel 1906. — 82. H. Bachmann, Beitr. z. Kenntn. der Schwebeflora der Schweizer Seen. Biolog. Zentralbl., XXI, 1901. 83. Derselbe, Vgl. Studien über d. Phytoplankton von Seen Schottlands und der Schweiz. Archiv f. Hydrobiolog. u. Planktonkunde, III, 1907. — 84. K. Brandt, Über den Stoffwechsel im Meere. Wissensch. Meeresunters. Kiel, N. F., XVIII, 1917, 1919. 85. Derselbe, Über den Nitratgehalt des Ozeanwassers etc. Abh. Kais. Leopoldin. Carol. D. Akad. d. Naturf. C, 4, 1915. — 86. V. Brehm, Entstehung des Potamoplanktons Intern. Revue d. Hydrobiologie, IV, 1911. — 87. J. Brunthaler, Phytoplankton der Donau. K. k. Zoolog. bot. Ges. L, 1900. — 88. P. T. Cleve, Treatise on the Phytoplankton of the Atlantic etc. Upsala 1897. 89. Derselbe, The seasonal distrib. of atlantic Plankt. Organisms. Goeteborg. K. Svensk. Handlingar 1901. — 89a. G. Funk, Beobachtungen über Bewegungen von Bacillariaceen-Kolonien u. deren Abhängigk. von äußeren Reizen. Mitteil. Zool. Station Neapel, XXII, 2, 1914. — 90. H. H. Gran, Hjorts Nordgaard Rep. on Norwegian marine investigations. Bergens-Museum 1899, 1900. — 91. V. Hensen, Bestimmung des Planktons usw. Kommission z. Erforschung Deutscher Meere, V, 1887. 92. Derselbe, Ergebnisse der Plankton-Exped., 1911, V, 406. — 93. Hjort u. H. H. Gran, The Norwegian North Polarexped., 1893/96. Scient. résultats, I, 1900. — 93a. Friedrich Hustedt, Bacillariales aus den Salzgewässern bei Oldesloe in Holstein. Mitt. Geogr. Ges. u. Nat. Museum Lübeck 30, 1925. — 94. C. A. Kofoid, The Plankton of Illinois River. Bull. Ill. Labor. of nat. Hist., 1903. — 95. R. Lauterborn, Periodizität einiger pelag. Organismen des Rheins u. s. Altwässer. Verh. nat. med. Ver. Heidelberg, 1893—1910. — 96. E. Lemmermann, Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalgen, Plön. Forschungsber., 1903 u. ff. — 97. H. Lohmann, Fahrt d. Deutschland. Intern. Revue d. ges. Hydrobiolog. u. dort zitierte Literatur, 1912, IV, 407. — 98. L. Mangin, Flora plankt. de St. Vaaste la Hogue, 1908—1912. Nouv. arch. mus. hist. nat. (5), 1914. — 99. Al. Nathanson, Vertikale Wasserbewegung. Abh. K. Sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig, 1906, XXIX. — 100. C. H. Ostenfeld, Immigration of *Biddulphia sinensis*. Medd. komm. Havensögelser, 1908. 101. Derselbe, Danske Farvandes Plankton, 1898—1901 usw. Dansk. Vidensk. Selsk. Skrifter, 1913, 1916 usw. — 102. P. van Oye, Potamoplankton auf Java. Intern. Rev. f. Hydrobiolog., X, 1922. — 103. J. Pavillard, Évolution périod. du plankton-végétale. Ass. franc. Ann. sc., XLI, 1912. — 104. F. Ruttner, Oberfl. plankt. zu versch. Tageszeit. usw. Plön. Forschungsber., 1905. 105. Derselbe, Planktonunters. a. d. Lunzer Seen. Intern. Rev., VI, 1914. — 106. J. Schiller, Österr. Adriaforschg. Intern. Rev., 1914, Biol. Suppl. 6. — 107. B. Schröder, Beitr. z. Kenntn. d. Phytoplankt. warmer Meere. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich, LI, 1906. — 108. O. Schröder, Die Schwebeflora unserer Seen. Neujahrbl. Naturf. Ges. Zürich, 1897. — 109. A. Steuer, Plankton des Golfes von Triest. Zool. Anz. 1901, 1903. — 110. M. Voigt, Vertikale Verteilung des Planktons im Plöner See. Plöner Forschungsberichte 1905. — 111. Wesenberg-Lund, Plankton investigations of the Danish lakes. Kopenhagen 1903 u. Internat. Revue 1910. — 112. G. S. West, Periodicity of the Phytoplankton in the British lakes. Journal of Linnean Soc. London 1909. — 113. G. J. Whipple, Observations of the growth of Diat. in surface waters. Technol. Quarterly 1894 u. Journal of the new Engl. waterworks Ass. 1895, 1896, 1899 usw. — 114. E. Yong, Des variations quantitatives du Plankton dans le Leman. Archive des sc. phys. et nat. 1899, VIII. — 115. O. Zacharias, Beobacht. über die Periodizität der Planktonorganismen im Plöner See. Plöner Forschungsber. III, 1895. 116. Derselbe, Periodizität, Variation u. Verbreitung verschiedener Planktonwesen in südl. Meeren. Arch. f. Hydrobiologie u. Planktonkunde I, 1906.

Vgl. auch Literatur A u. B unter Bergen, H. H. Gran, G. Karsten, Ostwald, Peragallo, P. Schmidt u. F. Schütt.

D. Systematik u. Floristik. 117. P. T. Cleve, Synopsis of the Naviculoid Diatoms, 1. u. 2. Stockholm, Kg. Svensk. Vet. Handlingar XXVI, 1894, XXVII, 1895. — 118. Le Diatomiste I u. II. Paris 1890—1896 publ. par J. Tempère. — 119. A. Dippel, Diatomeen der Rhein- u. Mainebene, Braunschweig 1905. — 120. Achille Forti, Diatomee dell'antico corso Flavense. Padova 1899 und zahlreiche weitere Schriften desselben Autors. — 121. A. Grunow, Zahlreiche Arbeiten in den Verh. d. k. k. Zoolg. Bot. Ges. Wien, X—XII, 1860/63. — 122. F. Harbichire, Catalogue of the Diatomaceen. (Literaturverzeichnis aller bis 1877 veröff. Arten.) — 123. F. Hustedt, Bacillariales aus den Sudeten. Arch. f. Hydrobiologie, X, 1914. 124. Derselbe, Bacillariales Ostafrikas. Hedwigia LXIII, 1921. 124 a. Derselbe, Die Bacillariaceenvegetation des Sarekgebirges. Naturw. Unters. des Sarekgebirges in Schwed.-Lappland, III, 1924. — 125. Albert Mann, Marine Diatoms of the Philippine Islands. Smithson. Inst. U. S. A. National Museum. Bull. 100, vol. 6, pl. 1, Washington 1925. — 126. Fr. Meister, Kieselalgen der Schweiz. Kryptogamenflora d. Schweiz. Bern 1912. — 127. Otto Müller, Bacillariaceen aus d. Nyassalande u. aus Patagonien. Englers Jahrb. XXXIV, XXXVI, XLV, XLIII. — 128. H. Peragallo, Diatomées de la Baie de Villefranche. Paris 1888. — 129. H. von Schönfeldt, Diatomaceae Germaniae. Berlin 1907. — 130. G. de Toni, Flora algologica della Venezia, V, Bacillariaceen. Venezia 1898. 131. Derselbe, Sylloge Algarum, vol. II, 1891—1893.

Über weitere floristische Arbeiten, die alle aufzuführen unmöglich ist, vgl. Justs Jahresbericht.

**Merkmale.** Stets einzellige, meist nur mikroskopisch wahrnehmbare Pflänzchen, die vielfach in verschiedenartig zusammengefügtten Kolonien (Fig. 94, 95) massenhaft auftreten. Die Zellen von äußerst verschiedenen Umrißformen; einfache Schachtel- (Fig. 93) oder Schiffchenform (Fig. 96), oder mit Horn- und stachelförmigen Auswüchsen (Fig. 95 D, E) die meist zu den Lebensbedingungen in nahen Beziehungen stehen. Die Zellwände bestehen aus einem Kieselsäureskelett in loser Verbindung mit einer Pektinmembran ohne die geringste Beimischung von Zellulose. Die Zellen sind außerdem meist von einer feinen Haut von Pektinschleim überzogen. Ihre Außenwand ist nicht einheitlich, sondern aus einzelnen Platten zusammengesetzt, den beiden Schalen oder »valvae« und den mit ihnen verfalzten Gürtelbändern, den »pleurae«. Die Schalen sind von ungleicher Größe, so daß die »Epivalva« mit ihren Gürtelbändern, zusammen als »Epitheka« bezeichnet, wie ein Deckel über das Gürtelband der Hypovalva, also die Hypotheka, die der Schachtel entsprechen würde, übergreift (Fig. 93). Epitheka und Hypotheka sind innerhalb ihrer nicht miteinander verwachsenden Gürtelbänder gegeneinander verschlebbbar.

Zwischen Schale und Gürtelband können noch Zwischenbänder eingeschaltet werden (Fig. 94 A), die, wenn sie nach außen deutliche Schalenzeichnung annehmen, wie bei den Tabellarien, als Zwischenachsen (Fig. 103 A) bezeichnet werden. Solche Zwischenachsen greifen so weit in das Zellumen ein und bilden Septen, die für die Aufrechterhaltung der Plasmaeinheit in der Zelle eine oder mehrere Durchbrechungen, Fenster, besitzen (Fig. 94 B). Die Schalen sind strukturiert mit feinen Punkten, die wohl zum größten Teil feinste Poren oder Poroiden darstellen (Fig. 95 A, C—D). Durch gröbere, vielfach an den Ecken liegende Poren tritt Gallerte aus, welche entweder zu langen Stielen auswächst, an denen die Kolonien sitzen, oder die Zellen aneinanderheftet zu Ketten verschiedener Form (Fig. 94 u. 95 A). Skulpturen der Zellwand können außen aufgesetzt sein, und als Wandverstärkung dienen (Fig. 95 D u. E [die Haare]). Das Plasma, das sie bildet, ist entweder noch darin enthalten, oder bei der Herstellung der Wandverdickung aufgebraucht. Vielfach entstehen solche anscheinenden Außenskulpturen aber auch durch Aushöhlung auf der Schaleninnenseite, wie bei *Pinnularia* (Fig. 96). Die Mittellinie der Schale ist bei dieser Zelle von einer um einen mittleren Wandknoten geschlungenen und von hier als Spalte zu den beiden etwa zur Hälfte umfaßten Endknoten verlaufenden »Raphe« gebildet. Diese als »echte Raphe« bezeichnete Spalte dient neben dem Stoffaustausch der Bewegungsfähigkeit der Zelle (cf. S. 175). Sie ist bei lebenden Zellen mit strömendem Plasma erfüllt.

Bei einfacheren noch nicht zur höchsten Vollkommenheit der Pinnularien entwickelten Formen, wie *Eunotia*, bleibt die Raphe auf die Zellenden beschränkt und dient wohl dem Stoffaustausch, doch nicht der Bewegung.

Die Raphe kann bei wiederum anderen Formen (Fig. 100) auf eine Kante verschoben sein (Nitzschia-Raphe) oder sie ist nur als Mittellinie der Schalenzeichnung kenntlich

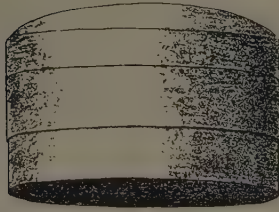


Fig. 93. Schachtelform der Zelle. *Antelminellia gigas* (Castr.) F. S., Gürtelansicht (24/1).  
(Nach Schütt [73].)

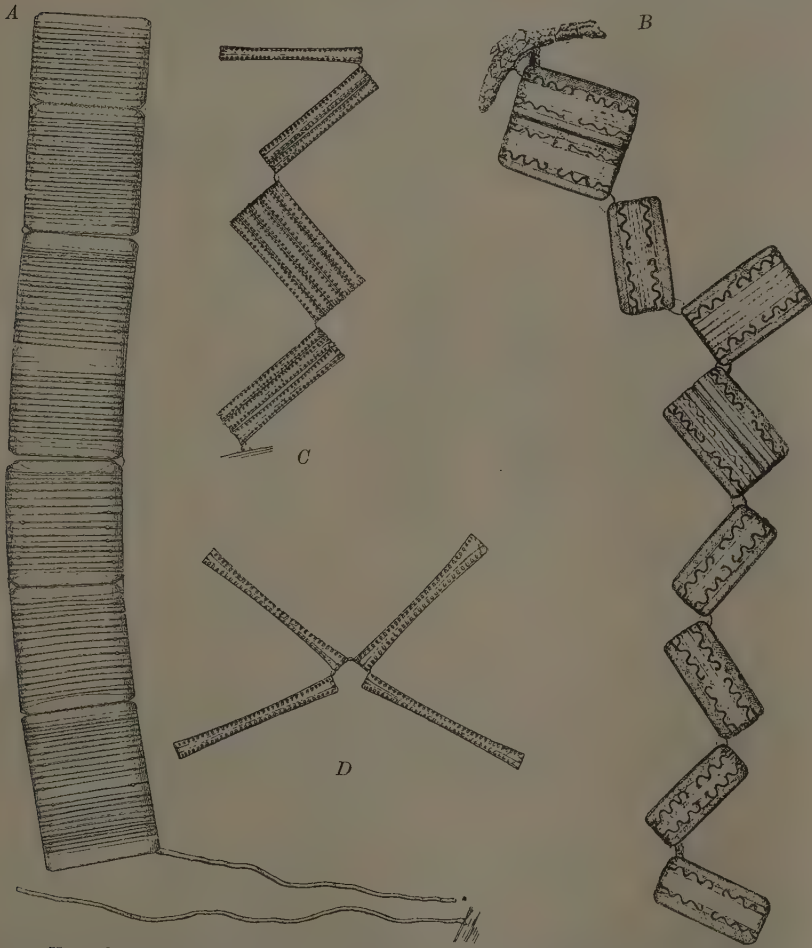


Fig. 94. Verschiedene kettenartige Kolonien. *A* Gerade, gestielte Kette von *Tabellaria* (*Striatella*) *unipunctata* (Ag.) F. S., die ganzen Schalenflächen der benachbarten Zellen sind aneinander gekittet. — *B* Zickzackkette von *Grammatophora serpentina* Ralfs, die Zellen haften mittels Gallertpolster mit je einer Ecke aneinander. Die Septen in Wellenlinien ins Zellumen vorspringend. — *C* Zickzackkette und *D* Sternkette; beide von *Diatoma elongatum* Ag. (Alles nach W. Smith; 400/1 [2].)

(Fig. 94 C, D) und hat die einer echten Raphe obliegende Funktion der Bewegung zu dienen, verloren oder niemals besessen, oder endlich sie fehlt bei Formen von kreisförmigem Umriss und ähnlichen vollkommen (Fig. 93, Fig. 95 D).

Die Chromatophoren können in Einzahl (Fig. 98 G—K), zu zweien (Fig. 97 a—d) oder zu vielen (Fig. 101 B) vorhanden sein, ihre Farbe ist gelb, grüngelb oder braungelb, und zwar überwiegt bei den reinen Hochseeformen das reine Gelb wie es scheint. Pyrenoiden kommen vielfach vor.

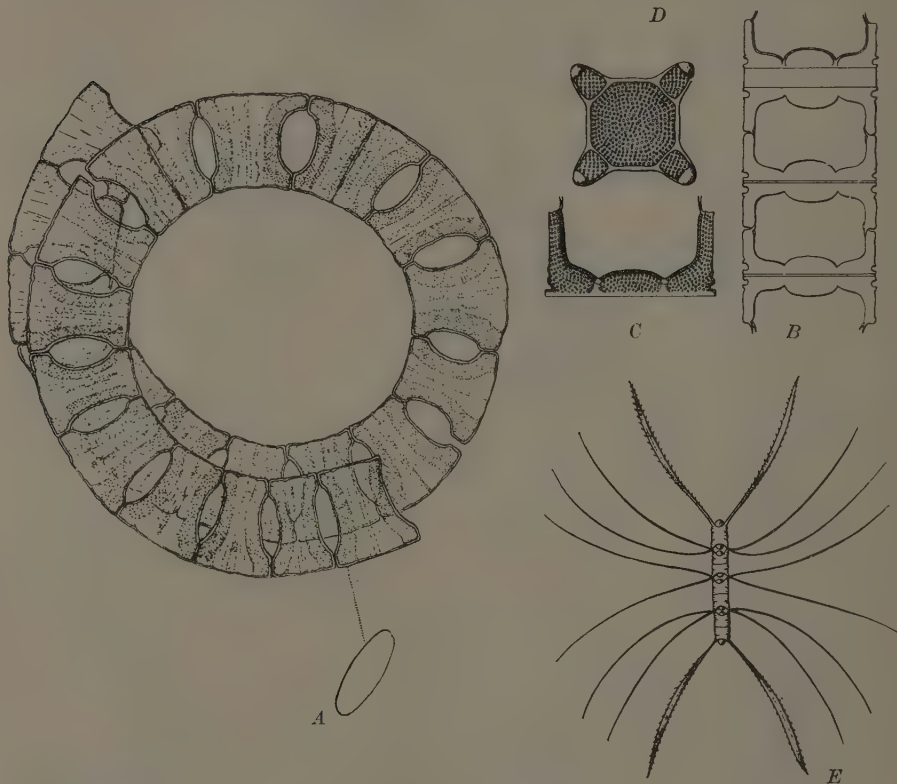


Fig. 95. Kettenformen. A Schraubenförmige Kette von *Eucampia zodiacus* Ehr., die Schalen sind mit den Enden der Buckel verkittet, in Gürtelansicht, daneben eine Zelle in Schalenansicht (400/1). — B—D *Heniactulus (Soltum) exsculptum* Heib. B Kette, deren Schalen durch Klauen an den Hornenden miteinander verzapft sind; C eine Schale in Gürtel-, D eine Schale in Schalenansicht. — E *Chaetoceras protuberans* Lauder, die Zellen sind mit den Wurzeln langer Hörner verkittet zu einer geraden Kette. Die derben Hörner noch mit Plasmahalt, oder doch vom Innenplasma gebildet. A nach W. Smith [2]; B—D nach Heiberg; E nach Lauder.)

Bei der Zellteilung werden neue Schalen Rücken an Rücken in den alten gebildet, so zwar, daß zur bisherigen »Epivalva« eine neue »Hypovalva« entsteht, die der bisherigen Hypovalva an Größe völlig gleichkommt, die eine Tochterzelle ist also der Mutterzelle gleich. Dagegen wird die bisherige »Hypovalva« zur »Epivalva« der zweiten Tochterzelle, deren »Hypovalva« um die doppelte Wandstärke kleiner ist, als die bisherige. So sind die beiden Tochterzellen ungleich; eine ist gleich, die andere kleiner als die Mutterzelle (Fig. 97 c, d). Dieser Vorgang findet innerhalb der alten Gürtelbänder statt. Die in Einzahl oder Zweizahl vorhandenen Chromatophoren teilen sich vor oder mit der Zelle. Andauernde Weiterteilung vermindert also die Zellgröße. Das normale Zellausmaß

wird dann durch einen einmaligen Wachstumsschritt des aus dem Panzer austretenden Plasmas wiederhergestellt, die sog. *Auxosporen*bildung. (Das von neueren Autoren [Gemeinhardt, Geitler, Cholnok y] angegebene Nachwachsen der Zellen ist bisher völlig unbewiesen.) So folgt auf eine dem möglichen Minimum nahegekommene Generation die maximale aus der Auxospore hervorgehende. Die Auxospore kann völlig ungeschlechtlich gebildet werden, oder sie geht auf sexuellem Wege aus der Vereinigung der in einer oder zwei Mutterzellen gebildeten Gameten hervor. In anderen Fällen ist die Sexualität durch Mikrosporen, die als Gameten auftreten, gewährleistet.

Außerdem sind Ruhesporen bei verschiedenen Diatomeen bekannt.

**Vorkommen der Diatomeen.** Das Leben der Diatomeen ist an das Wasser gebunden; sie sind im Süßwasser, Brackwasser und im Meere gleich häufig und über die ganze Erdoberfläche verbreitet. Die verschiedenen Arten sind für Differenzen des Salzgehaltes überaus empfindlich und können als Indikatoren dafür benutzt werden (Kolbe [27]). Es handelt sich zwar stets um die einzelne Zelle, die die Pflanze darstellt, doch sind häufig die Einzelzellen in Massen vorhanden und in  $\pm$  scharf geformten Kolonien vereinigt, Einzelzellen und Kolonien können am Grunde oder an den ins Wasser ge-

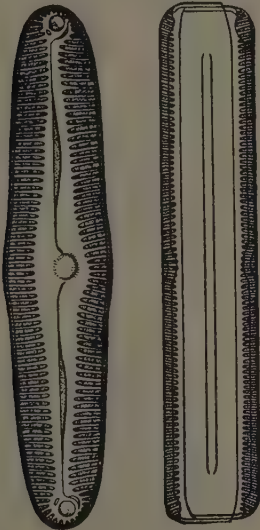


Fig. 96. *Pinnularia viridis* Kütz. A Schalenansicht mit der von dem Mittel- zu den Endknoten verlaufenden Raphe und einer zu ihr rechtwinklig stehenden Zeichnung, die aus auf der Innenseite liegenden ausgehöhlten Alveolen besteht. B Gürtelansicht, 800/1. (Nach Pfitzer [61].)



Fig. 97. a, b *Navicula amphirhynchus* (Ehrbg.) Pfitzer. Teilung der Chromatophoren (450/1). — c, d *Pinnularia viridis*. Ktzg. Teilung des Plasmakörpers und Schalenneubildung. (Alles nach Pfitzer [61], c, d 400/1.)

tauchten Teilen größerer Pflanzen festhaften (Fig. 98 A), indem sie an den Zellecken oder auch an anderen Stellen Gallertpolster oder Stiele ausscheiden, so daß einmal die Individuen aneinander und das äußerste am Substrat haftet (Fig. 94 B, C). Auch kann die Trennung der nach der Teilung vorhandenen Schwesterzellen unterbleiben, so daß sie Schale an Schale sitzen (Fig. 94 A). Andererseits kann eine große Menge aus andauernder Teilung hervorgegangener Zellen auf einer allen Individuen gemeinsamen und von jedem vermehrten Gallertmasse haften (Fig. 98 B, C). Die Gallertausscheidung kann dann aber auch stielartig werden, wobei entweder nach jeder Teilung die Schwesterzellen einen eigenen neuen Gallertstiel bilden (Fig. 98 E), oder es bleibt der Stiel für mehrere Zellen gemeinsam und teilt sich erst, nachdem mehrere Zellen den Gipfel krönen in neue Stiele (Fig. 98 D). Bei älteren Stielkolonien kommt es dann zu einer förmlichen Bäumchenbildung, wie es die häufig reproduzierte schöne Figur von W. Smith (Fig. 98 F) in vortrefflicher Weise zeigt.

Weniger geklärt ist das Auftreten von Diatomeenkolonien in großen Gallertschläu-

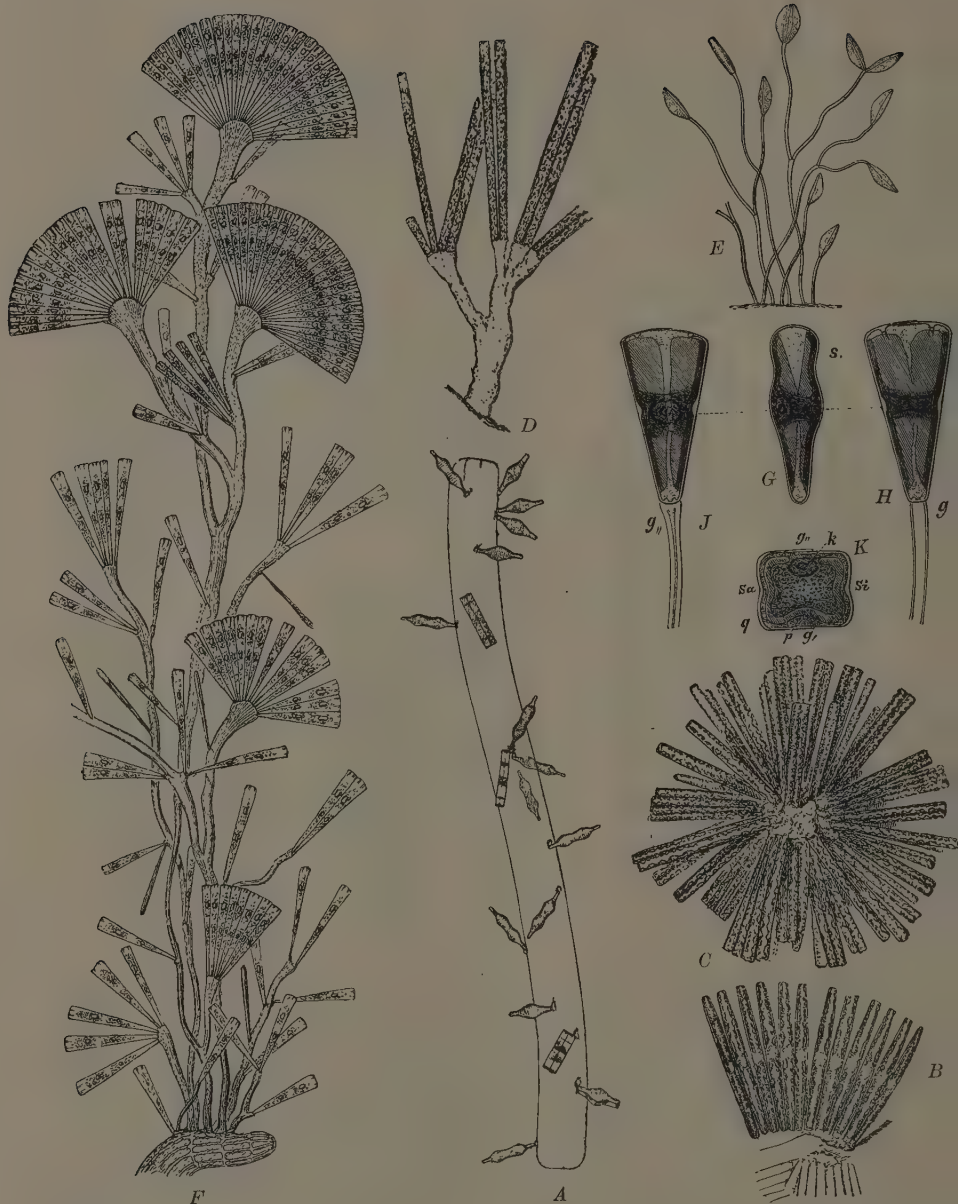


Fig. 98. Kolonien mit Stielbildung. A. *Fragilaria parasitica* W. Sm., sitzende Einzelzellen, mit kleinem Gallertpolster an einem Ende angeheftet, epiphytisch auf *Nitzschia*. — B. *Synedra pulchella* (Ralfs) Kütz., sitzende fächerartige Kette mit kurzem Gallertpolster an einem Ende angeheftet. — C. *S. radians* Kütz., radialstrahlige Kolonie auf gemeinsamem Gallertpolster sitzend. — D. *S. fulgens* W. Sm., kurzgestielte Kolonie. Der Gallertstiel teilt sich, Teilung folgt nicht regelmäßig der Zellteilung. — E. *Cymbella cistula* Hemp., langgestielte Kolonie. Jeder Zellteilung folgt Stielgabelung. — F. *Licnophora flabellata* (Carm.) Ag., reichverzweigter Rasen mit unregelmäßiger Teilung der Stiele und fächerförmigen Ketten an demselben Stielzweig. — G—K Zelle mit Zellinhalt und Stiel von *Gomphonema constrictum* Ehrenb. G Zelle in Schalenansicht; H und J die beiden entgegengesetzten Gürtelansichten; K Transversalschnitt durch die Zelle. Der Chromatophor ist schraffiert, der Stiel ist hohl. 500/1. (A—F nach W. Smith [2]; G—K nach Pfitzer [61].)

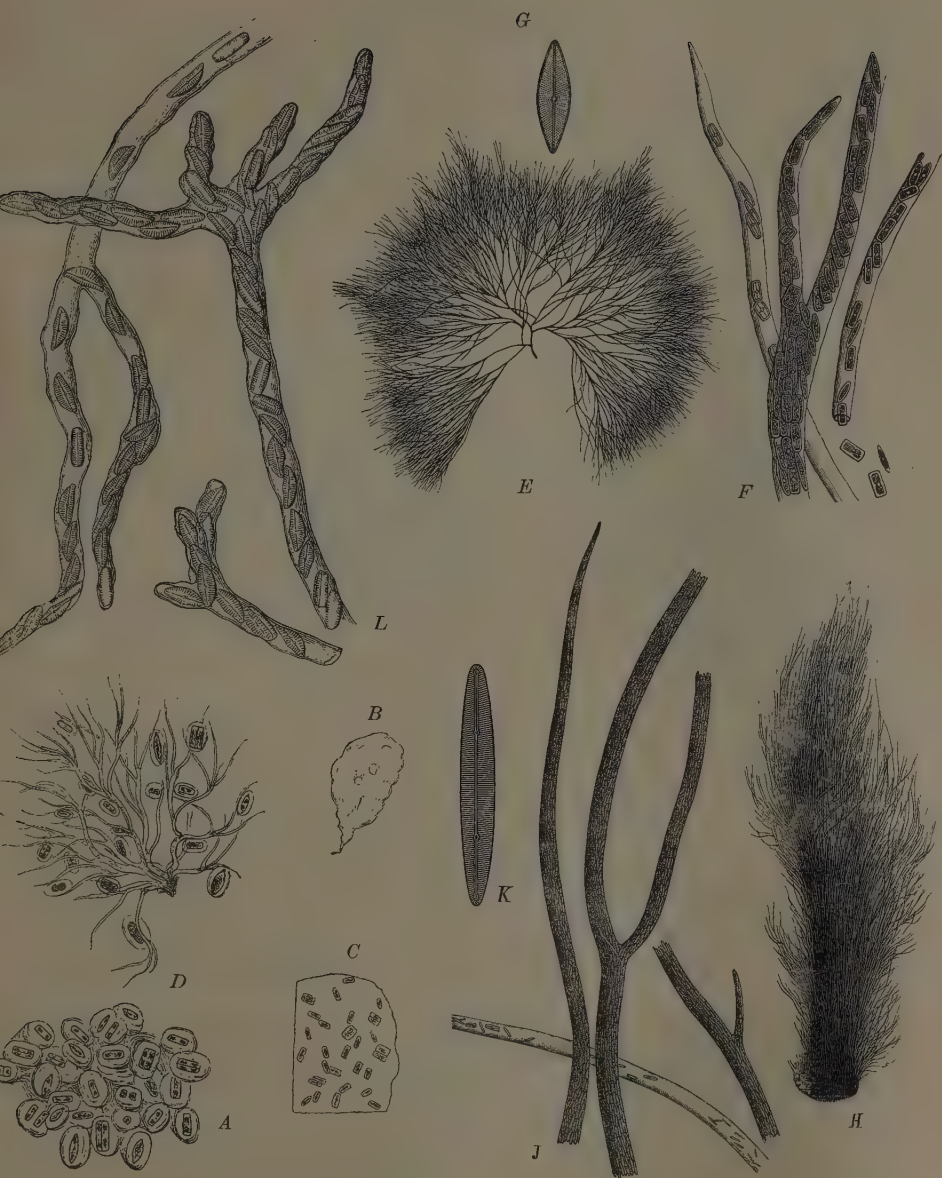


Fig. 99. Kolonien in Coccen-, Blatt-, Nest-, Schlauchform. A *Mastogloia meleagris* (Kütz.) Grun., Gallertnester gebüfft. — B, C blattartiges Pseudothallom von *Navicula* (*Dickieia*) *ulvacea* Berk. B Ansicht des Blattes; C Verteilung der Zellen in dem Pseudothallom (50/1). — D *Mastogloia Smithii* Thwait., baumartig verzweigte Gallertfäden mit angehefteten Nestern. — E-G baumartiges Pseudothallom von *Navicula* (*Schizonema*) *Grevillei* Ag. E verzweigtes Bäumchen; F einige Schlauchenden mit den bewohnenden Zellen; G eine Zelle aus dem Verbande in Schalenansicht (400/1). — H-K dichter Rasen von Schlauchchen gebildet von *Amphipleura* (*Berkeleya*) *Dilwinit* Ag. H Rasen; J einige Schlauche vollgepfropft mit Zellen (100/1); K eine Zelle aus dem Verbande (600/1). — L *Cymbella* (*Encyonema*) *caespitosa* Kütz. (200/1), Ausbildung der Schlauchverzweigung. (K nach Van Heurek [4]; A-J und L nach W. Smith [2].)

chen. Nach G. Karsten's Beobachtungen (19) scheidet die Mutterzelle, aus der alle den Schlauch bevölkernden Zellen schließlich hervorgegangen sind, schon eine die Zellgröße um das Doppelte oder Dreifache übertreffende Hülle aus, innerhalb deren die Zelle sich in der Längsrichtung lebhaft hin und her bewegt. Die Hülle ist an beiden Enden offen und so bleibt es auch, nachdem die schlauchartig auswachsende Hülle viele hundert oder tausend Individuen beherbergt, die alle am weiteren Wachstum des Schlauches mitarbeiten müssen, wozu sie ja mit Hilfe der einen Austausch vermittelnden Raphe befähigt sind.

Die Zeichnungen von Tuffen West in der *Synopsis* von W. Smith (2), die hier als Fig. 99 wiedergegeben werden, sind in diesem Punkte nicht korrekt, da alle Schläuche mit zugespitzten, geschlossenen Enden gezeichnet sind (Fig. 99 F, I). Die reiche Verzweigung derartiger Gallertschläuche kann man durch eine nach verschiedenen zahlreichen Zellgenerationen sich einstellende andere Tendenz der Wachstumsrichtung der Zellen bedingt sich vorstellen, die statt in der Längsrichtung des bisherigen Schlauches weiterzubauen, seitliche Ausstülpungen treiben, die bei Einhaltung dieser neuen Richtung längere oder kürzere Seitenzweige bilden. Immerhin wäre diese Schlauchbildung wohl einer genaueren Untersuchung wert, die an lebendem Material auch gewiß gute Resultate zeitigen könnte. Über durch Kontraktion der Schläuche zustande kommende Reiz- und tagesperiodische Bewegungen vgl. Funk (89 a).

Die Figuren 99 A—D stellen dagegen ein

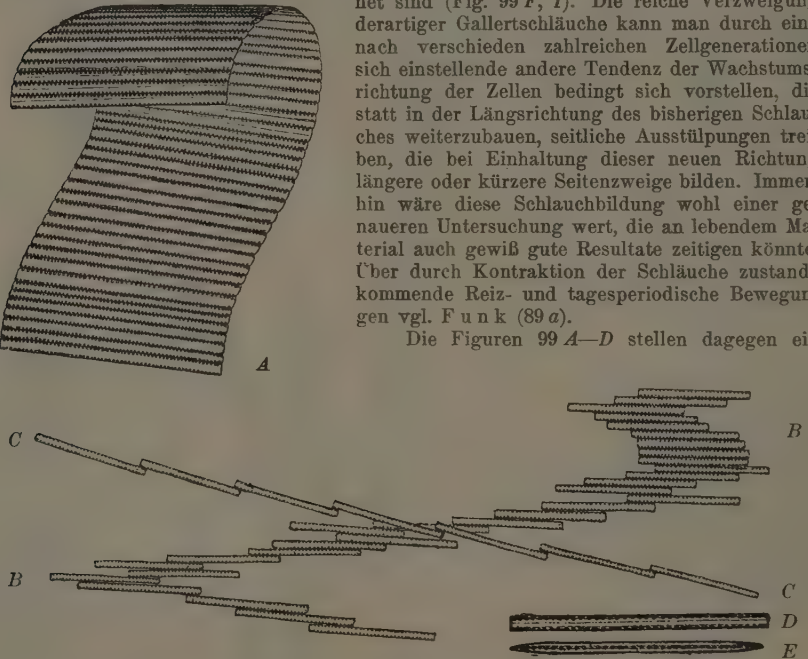


Fig. 100. Bewegliche Kolonie von *Bacillaria paradoxa* Gmel. A Die Zellen bilden eine Kette, indem Schale an Schale sich anschließt. Die ganze Kette hat sich nach Art einer Rolljalousie gerollt. Die Rollung kann im nächsten Moment rückgängig gemacht werden (200/1); B B und C zwei Ketten in Bewegung, in verschiedenen Stadien der Streckung. Die Schalen gleiten auf einander entlang, ohne den Zusammenhang zu verlieren; D eine Zelle in Gürtelansicht, E in Schalenansicht. (Nach W. Smith [2].)

ganz anderes Bild von Kolonien dar, die sich vielleicht am besten den Gloeocapsazellansammlungen vergleichen lassen, insbesondere ist ihre Gallertmasse in gleicher Weise geschichtet wie dort. Andererseits müssen sie zu gewissen Zeiten ja auch beweglich gewesen sein, da sonst Bilder wie 99 D nicht zustande kommen könnten.

Alle bisher betrachteten Formen gehören den Grunddiatomeen an, die zum großen Teil mit Bewegungsfähigkeit ausgestattet, sich doch an günstigen Orten längere Zeit festzusetzen pflegen. Ihnen stehen gegenüber die Planktondiatomeen, die vom Wasser getragen mehr an die Oberfläche gebunden sind. Aber auch hier sind einzelne frei bewegliche Arten zu nennen, vor allem die merkwürdige *Bacillaria paradoxa* (Fig. 100) die zu den Nitzschien gehörig auch ihre Bewegungsfähigkeit teilt. Im Ruhezustand (Fig. 100 A) bildet sie eine glatte oder eingerollte Fläche aus zahlreichen, mit ihren Schalen zusammen-

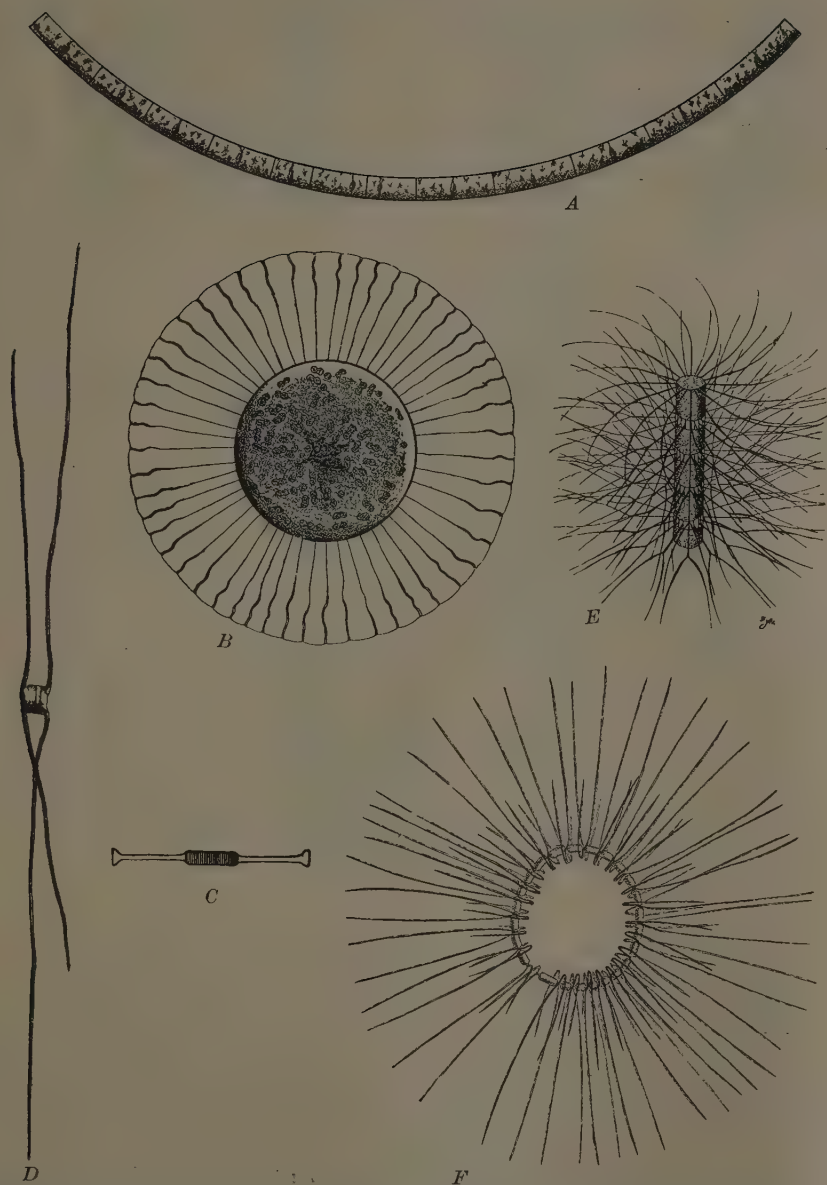


Fig. 101. Schwebeseinrichtungen. A Gekrümmte stabförmige Kette von *Guinardia baltica* (Hensen) Schütt. — B, C münzenartige flache Zellform von *Planktoniella Sol* (Wallich) Schütt; B Schalenansicht; C Gürtelansicht. — D *Chaetoceros boreale* Bail., Zelle mit langen Hörnern. — E *Bacteriastrum varians* Lauder, Teil einer geraden Kette mit strahligen, gebogenen Hörnern. — F *Chaetoceros secundum* Cleve, schraubenförmig gebogene Kette mit radialstrahligen, gebogenen Hörnern. (A 80/1, B 250/1, C 125/1, D 250/1, E 200/1, F 100/1.) (Alles nach Schütt [73].)

hängenden Individuen. Plötzlich aber gleiten die einzelnen Individuen aneinander entlang und bilden ein langausgezogenes Band von Zellen, die aber stets an den letzten Enden im Zusammenhang bleiben, oder es bilden sich andere Figuren von Zickzackketten (Fig. 100 B, C).

Viel häufiger aber sind unbewegliche, nur durch die Wasserströmungen verbreitete Formen des Planktons, die oft mit äußerst dünnen Schalen ausgerüstet, sich durch langausgezogene Hörner, Borstenbildung, durch Aneinanderreihen zu langen Ketten oder Verstrickung mit den Borstenfortsätzen, endlich durch Schwebflügel der verschiedensten Ausbildung auszeichnen, die ähnlich den Fallschirmen dem Niedersinken einen er-



Fig. 102. *Chaetoceras sociale*. Ein Horn jeder Zelle außerordentlich lang ausgezogen und alle diese am Ende vereinigt. (Nach Mangin [30].)

heblichen Widerstand entgegensetzen, den man als »Formwiderstand« bezeichnet (Fig. 101, 102). Sind einzelne besonders lange Zellen oder Zellketten leicht gekrümmt, so werden sie während des Sinkens durch Ruderwirkung ihres Hinterendes stets wieder an die Oberfläche zurückgesteuert, worauf Schütt (73) aufmerksam gemacht hat (Fig. 101 4).

Wenn man mit Wolf g. Ostwald (51—53) das Schweben als einen sehr langsamen Sinkvorgang betrachtet, so ist die Geschwindigkeit des Sinkens abhängig vom Übergewicht des Planktonten gegenüber dem Medium, seinem Formwiderstand und der inneren Reibung des Mediums, nach der Formel Übergewicht dividiert durch Formwiderstand  $\times$

Übergewicht  
innere Reibung des Mediums, also:  $\frac{\text{Formwiderstand} \times \text{innere Reibung}}{\text{Übergewicht}} = x$ . Somit ist der durch die erwähnten oft bizarren Formen der Planktondiatomeen bedingte Formwiderstand ein für das Schweben an der allein genügendes Licht für die Assimilationstätigkeit

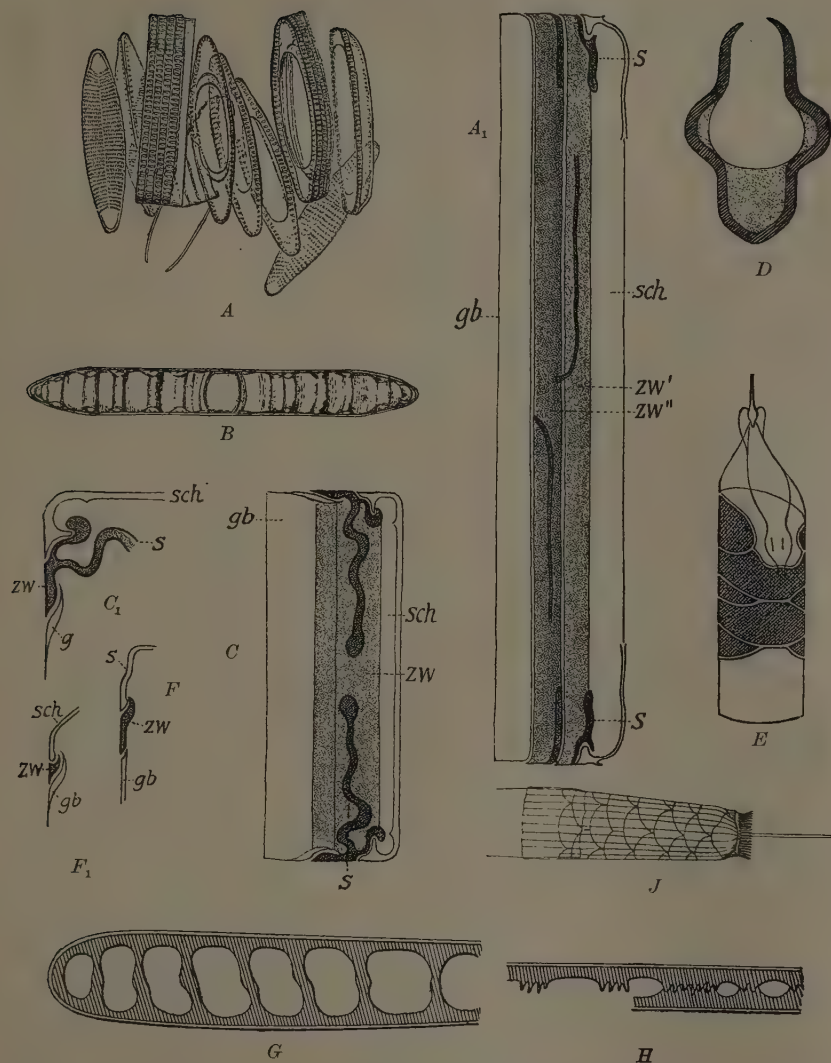


Fig. 103. Zwischenbänder und Quersepten. A *Rhabdonema arcuatum* (Lyngb.) Kütz. Ein Zellpanzer in seine einzelnen Platten aufgelöst: Schalen, Zwischenbänder mit Quersepten, Gürtelbänder. — A<sub>1</sub> Schale und Zwischenband von *Rhabdonema adriaticum*. sch Schale, zw Zwischenbänder, gb Gürtelband. — B *Grammatophora serpentina* Ralfs. Gefensteretes, welliges Septum in Flächenansicht. — C *G. maxima* Grun. Halbe Zelle in Längsschnitt und Gürtelansicht. Schale, Zwischenband mit gefenstertem Septum, Gürtelband mit Falzeinrichtung. C<sub>1</sub> Falzstelle im Einzelnen, s Septum. — D Keilartiges, ringförmig offenes Zwischenband mit Eckseptum von *Tetracyclus lacustris* Ralfs. — E *Rhizosolenia styliformis* Brightwell, mit schuppenartigen Zwischenbändern. — F—H *Climacosphenia montigera* Ehrenb. F Sagittaler Längsschnitt durch eine Ecke der Zelle, die Verfaltung zeigend. — F<sub>1</sub> Ähnliche Falzstelle bei *Epithemia turgida*. G (*Climacosphenia*) Mehrfenstriges Septum des der Schale zugewendeten Zwischenbandes, breites Ende. H Dasselbe, schmales Ende. — J *Ditylum Brightwelli*. Schuppenpanzer. (A, B nach W. Smith [2]; J nach Mangin [30]; alles übrige nach O. Müller [41].)

der Pflanzenzellen gewährenden Oberfläche des Wassers, von größter Wichtigkeit. Und der ganze später im einzelnen zu schildernde Bau der Planktondiatomeen, der von demjenigen der Grunddiatomeen wesentlich abweicht, erklärt sich durch die Anpassung an so völlig verschiedene Lebensbedingungen.

## A. Morphologie der Diatomeen-Zelle.

### 1. Aufbau der Zelle.

Der die Zelle umgebende Panzer (Theka) ist aus zwei einander ähnlichen, aber ungleichen Teilen zusammengesetzt, die wie Deckel und Schachtel aufeinander abgepaßt sind. Der Deckel, die Epitheka und die Schachtel, die Hypotheka sind wiederum aus je zwei — oder mehr — Teilen zusammengesetzt, der Epi- resp. Hypo- »valva« oder »Schale« und der Epi- resp. Hypo- »pleura« oder »Gürtelband«. Die Pleurae sind als Ringe zu denken, deren Breite durch Wachstum verändert werden kann; sie werden an der einen Ringöffnung durch die Schale geschlossen. Mit den offenen Ringseiten einander zugekehrt sind sie derart übereinander geschoben, daß die Hypopleura rings von der Epipleura überdeckt wird. Dabei bleiben die beiden so zusammengeschlossenen Theken gegeneinander beweglich, wie schon aus der Wachstumsfähigkeit der Gürtelbänder hervorgeht.

Die Verbindung zwischen Schale und Gürtel wird durch den umgebogenen Schalenrand hergestellt, wo sich aneinandergepaßte Falzflächen fest verbinden (Fig. 103 F, F<sub>1</sub>, C, C<sub>1</sub>). Vielfach finden sich zwischen Schale und Gürtelband noch Zwischenbänder eingeschoben, die durch ineinandergreifende, umgebogene, wohl als Dorn und Fußteil bezeichnete, Bildungen des Schalen- und Gürtel- resp. Zwischenbandrandes eine überaus feste Verbindung erlangen. Solche Zwischenbänder oder Copulae können nun entweder wie die Gürtelbänder vollkommen geschlossene Ringe bilden und somit einen Ringpanzer darstellen (Fig. 103 A) oder sie keilen seitlich aus und lassen einen ± großen Teil des Ringes offen, der dann erst durch 1 oder mehrere daransetzende Zwischenbänder geschlossen wird. Ein durch derartige Bildungen hergestellter Panzer wird als Schuppenpanzer bezeichnet (Fig. 103 E, J). Die Zwischenbänder biegen häufig rechtwinklig vom Gürtelband ab, ins Zellumen hinein, indem sie sogenannte Septen bilden. Diese durchsetzen den Zellraum den Schalen parallel laufend vollkommen (Fig. 103 B) oder teilweise (Fig. 103 D, C, A). Im letzteren Falle bleibt der Plasmakörper ja ohne weiteres in Zusammenhang, während im ersteren Falle ein oder mehrere Fenster ausgespart werden müssen, (Fig. 103 B, G, H) um dasselbe zu erreichen. Den Anblick derartiger septierter Zellen zeigt Fig. 94 B und 103 B, C, wo die Septen gewellte Form haben. Wenn die in Mehrzahl eingefügten Zwischenbänder die Strukturen der Gürtelbänder und der Schalen annehmen, so spricht man von Zwischenschalen und ihren Septen (Fig. 103 A, A<sub>1</sub>). Wenn derartige Gürtelbandsepten nur eine Seite des Zwischenbandes ausfüllen, so sind sog. Ecksepten (Fig. 103 D) vorhanden. Ebenso können auch von den Schalen aus Septen ins Zellumen einspringen, die, wenn man jene als Quersepten bezeichnen will, ihnen als Transversalsepten gegenüberzustellen wären.

### 2. Symmetrieverhältnisse der Zellen.

(Unter besonderer Berücksichtigung von O. Müller [44] und F. Schütt [75].)

Eingehende Beachtung fanden die Symmetrieverhältnisse der Diatomeenzelle zunächst durch O. Müller, dann in der I. Aufl. dieses Buches durch F. Schütt. Wir folgen hier zunächst den Ausführungen von O. Müller (44), dessen Beobachtungen hier wiedergegeben sein mögen.

Stellt man die Zellen auf die Hypotheka (Fig. 104 Mittelreihe) und legt durch die Mittelpunkte der Hypotheka und Epitheka eine Linie, so ist das die Linie, in der allein ein Wachstum der Zelle durch Auseinanderweichen der Schalen unter Zuwachs der Gürtel- resp. Zwischenbänder erfolgen kann. Es ist also die morphologische Längsachse, die Hauptachse oder Pervalvarachse (pv) der Zelle. Der Mittelpunkt der Pervalvarachse ist das Zentrum der Zelle. Als Apikalachse (ap) (Fig. 104, 3. Längsreihe) bezeichnet Müller diejenige Linie, welche bei elliptischen Schalen den Mittelpunkt der Pervalvarachse in der Richtung der längsten Ausdehnung der Schalen und in gleichen Abständen von homologen Punkten die Gürtelbandfläche durchschneidet. Diese Achse kann

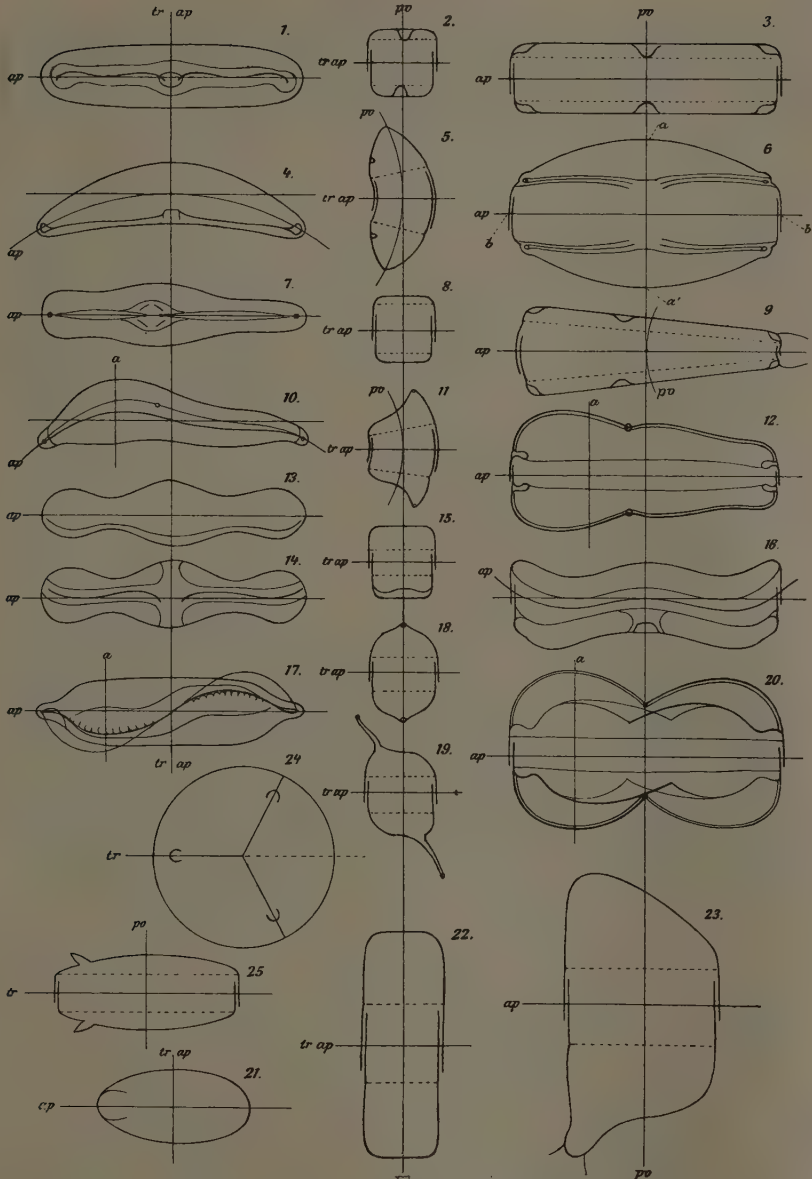


Fig 104. Achsen- und Hauptschnitte verschiedener Typen. Erste Vertikalreihe (mit Ausnahme von Nr. 25): Querschnitte bzw. Schalenansichten (Valvarebene). Zweite Vertikalreihe: transversale Längsschnitte entsprechend der schmalen Gürtelansicht (Transapikalebene). Dritte Vertikalreihe: sagittale Längsschnitte mit Andeutung der breiten Gürtelansicht (Apikalebene). Nr. 25 radialer Längsschnitt durch eine zentrische, kurz zylindrische Form. *pv* Achse des Zylinders (Pervalvarachse) (Längsachse, Zentralachse, Gürtelachse); *ap* Sagittalachse (Apikalachse); *trap* Transversalachse (Transapikalachse). Nr. 1–3 *Navicula viridis*, 4–6 *Amphora ovalis*, 7–9 *Gomphonema elegans*, 10–12 *Rhopalodia vermiculata*, 13–16 *Achnanthes inflata*, 13 obere Schale ohne, 14 untere Schale mit Raphe. 17–20 *Amphiprova alata*, 18 Transversalschnitt durch die Mitte, 19 entsprechender Schnitt durch die Region *a* von Nr. 17; 21–23 *Isthmia enervis*, 24–25 *Eupodiscus Argus*. (Alles nach O. Müller, dessen Bezeichnungen in Klammern beigelegt sind.) [44.]

gerade oder gekrümmt sein. Die zweite den Mittelpunkt der Pervalvarachse schneidende auf der Apikalachse rechtwinklig stehende Achse ist die *Transapikalachse* (tr. ap, Fig. 104, 1. Längsreihe). Die durch Apikal- und Transapikalachse bestimmte Ebene ist die *Valvarebene*, die mit der *Teilungsebene* der Zellen zusammenfällt. Durch die Pervalvar- und die Apikalachse bestimmt ist die *Apikalebene*, die bei gekrümmter Apikalachse eine gekrümmte Fläche bildet. Und endlich durch Pervalvar- und Transapikalachse bestimmt ist die *Transapikalebene*. In Figur 104 gibt die erste Längsreihe die Valvarebene (25 ausgenommen) wieder, die zweite die Transapikalebene und die dritte die Apikalebene.

Schütt (75) hat andere vielleicht bequemere Bezeichnungen eingeführt, die sich mehr an die botanische Nomenklatur anlehnen: Die Pervalvarachse ist die *Längsachse* oder *Centralachse*, da sie die Schalenmittelpunkte verbindet. Die parallel zu ihr geführten Schnitte sind *Längsschnitte*; sofern sie die Längsachse in sich aufnehmen, heißen sie *Meridian-* oder *Radialschnitte* (Fig. 104, 117), die bei rein zentrischem Bau unendlich zahlreich möglich und stets gleich sind. Geht die zentrische Form in eine elliptische Schalenansicht über, so erhält der Zylinder eine elliptische Querschnittsform und es sind eine lange und eine kurze Achse vorhanden. Die lange Achse nennt Schütt *Sagittalachse* (= Müllers Apikalachse), die kurze ist seine *Transversalachse* (= Müllers Transapikalachse). Die durch die Centralachse und die Transversalachse gelegte Ebene ist der *transversale Längsschnitt* (= Müllers Transapikalebene), sie entspricht der kurzen Gürtelansicht (Fig. 104, 2 Längsreihe). Die Ebene, welche die Sagittal- und die Transversalachse in sich aufnimmt, ist demnach ein Querschnitt und ist bei Schütt nicht mit einem Namen belegt, sondern wird als »Schalenansicht«, resp. »mittlerer Querschnitt« bezeichnet, der der »Teilungsebene der Zelle« entspricht (= Müllers Valvarebene) (Fig. 104, 1. Längsreihe, ausgenommen 25). Endlich wird die durch Längsachse und Sagittalachse gelegte Ebene als *Sagittalschnitt* bezeichnet (= Müllers Apikalebene) (Fig. 104, 3. Längsreihe).

Verläuft auf elliptischen Schalen eine Raphe, oder Pseudoraphe, welche als *Mittellinie* für die Zeichnung der Schale anzusehen ist, so wird sie *Mediane* genannt und der in ihr liegende Sagittalschnitt kann auch als *Medianschnitt* bezeichnet werden. Durch eine solche Raphe oder Pseudoraphe zerfällt die Schale in eine rechte und eine linke Seite.

Um eine Übersicht der Formentypen zu erhalten, geht man vom Zylinder als einfachster Form aus. Dem entspricht am ersten *Coscinodiscus*, obwohl die Schalen bereits etwas gewölbt sind (Fig. 105 A, B, C). Durch stärkere Schalenwölbung würden Zellen wie *Melosira* (Fig. 136) und *Skeletonema* entstehen, bei erheblicher Streckung Zellen vom *Rhizosolenia*-Typus (Fig. 103 E), der freilich einseitig in ein Horn ausgezogen ist.

Während nun bei *Coscinodiscus* und *Melosira* unendlich viele Meridianschnitte möglich sind, wird beim Vorhandensein von Hörnern oder Buckeln in regelmäßiger Anordnung zwischen den durch solche Vorsprünge gehenden *Hauptmeridianschnitten* und den anderen diese Auswüchse nicht enthaltenden zu unterscheiden sein. Demnach sind bei *Coscinodiscus* unendlich viele gleichwertige Hauptmeridianschnitte möglich, bei *Aulacodiscus* (Fig. 105 E) sind deren nur 4, bei *Triceratium*-Arten 3 oder 4 oder mehr Hauptmeridianschnitte vorhanden (Fig. 105 D, F, G), dagegen bei *Chaetoceras* und *Biddulphia* nur 2, bei *Isthmia* 1 einziger.

Mit dieser Zahlenreduktion der Hauptmeridianschnitte geht eine Änderung der Form und des Querschnittes einher. Der Kreis wird zum Viereck, oder Dreieck mit soviel Hauptschnitten als abgestumpfte Ecken vorhanden sind. Entsprechend ist es bei den *Triceratium*-Formen mit 15, 10, 5 Ecken. Die *Triceratium* nahestehende *Biddulphia* (Fig. 106 A, C) hat nur noch 2 Ecken. Die elliptische Querschnittsform der *Biddulphia* weist beim Fehlen jeder Andeutung einer Raphe oder einer auf eine Medianlinie sich beziehenden fiederigen Struktur auf eine Verwandtschaft zu radiär-polygonalem Typus, also auf *Triceratium* etwa hin. *Biddulphia* besitzt dementsprechend 2 Hauptmeridianschnitte, die um 180° divergierend in einem Medianschnitt zusammenfallen. Bei *Euodia* (Fig. 215) schneiden sich die beiden durch die Ecken gehenden Meridianschnitte unter stumpfem Winkel in der Zentralachse. *Isthmia* (Fig. 14 D, E) besitzt nur einen Hauptmeridianschnitt, soweit sie in trapezförmigen Exemplaren auftritt. Doch kommen wie O. Müller

(45) zeigte, daneben auch ebenso häufig rhombische Formen von *Isthmia* vor (Fig. 106 F), die alsdann 2 Hauptmeridianschnitte aufweisen müssen. Diese Schalen mit bilateralem Umriß ohne bilaterale Struktur nennt Schütt pseudozygomorph. Die typisch bilateralen, also echt zygomorphen Formen (Fig. 107, *Pinnularia* z. B.) lassen sich alle von einer zylindrischen Grundform mit elliptischem Querschnitt ableiten. Die Abweichungen des Querschnittes von der elliptischen Grundform gehen viel weiter als bei den pseudozygomorphen.

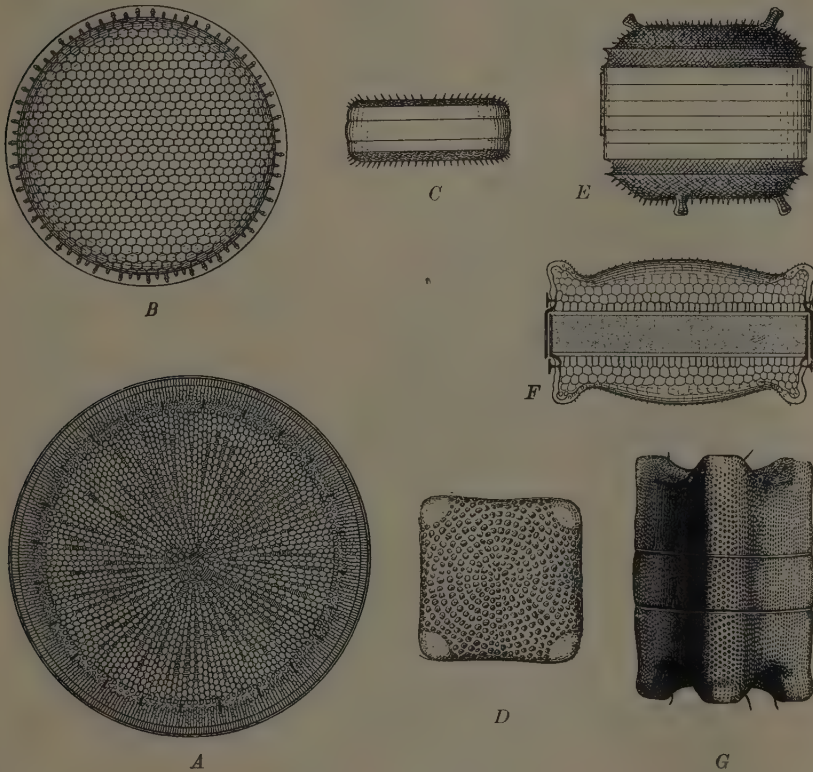


Fig. 105. Beispiele von zentrisch gebauten Zellen. Schalenansicht ist kreisförmig von A, B, C, E; polygonal von D, F, G. Schalenstruktur radial in A, D; nicht radial in B. — A *Coscinodiscus* (*Cestodiscus*) *convexus* Castr. (365/1), B C. *Macraeus* Grev., C C. *excentricus* Ehrenb. (350/1), D *Triceratium* (*Amphitetras*) *antediluviana* Ehrenb. (400/1), E *Aulacodiscus* *scaber* Ralfs, F *Triceratium* *Favus* Ehrenb., G *T. orbiculatum* Ehrenb. A, B, D Schalenansicht, C, E, F, G Gürtelansicht. (A nach Castracane [3]; B, G nach Greville; C, D nach W. Smith [2]; E, F nach A. Schmidt [1].)

Der überaus regelmäßige Bau der Diatomeenzelle bedingt noch weitergehende, eigenartige Symmetrieverhältnisse, die jedoch nicht zur Grundlage eines Systems gemacht werden können. Der mittlere Querschnitt und die Hauptmeridianschnitte unter den Längsschnitten sind Symmetrieebenen, so gibt es, wie gezeigt ist, für Formen wie *Coscinodiscus* unendlich viele Symmetrieebenen. Bei bilateralen Formen dagegen sind der Sagittal- und Transversalschnitt Symmetrieebenen.

Wollte man nur mathematisch genaue Spiegelbilder symmetrisch nennen, so wären alle Diatomeenzellen wegen der Ungleichheit ihrer Schalen asymmetrisch. Die beiden Schalen geben, auf die Spiegelebene projiziert, niemals gleiche, sondern nur ähnliche

Bilder. Will man diese aber noch unter den Begriff der Symmetrie einreihen, so wäre von abgeleiteter Symmetrie oder Similisymmetrie (Schütt) = Consimilität (O. Müller) zu sprechen. Das ist der Fall für alle Diatomeenzellen. Besondere Fälle entstehen dann, wenn die Schalen so gegeneinander gedreht sind, daß die gleichwertigen Radien nicht mehr die gleiche Richtung haben, wie bei *Asterolampra* (Fig. 240), *Rhizosolenia* (Fig. 272, 273), *Chaetoceras* (Fig. 276, 277), dann hat man einen besonderen Fall, der als Torsionssymmetrie bezeichnet werden kann. Die Zelle ist um die Längsachse tordiert; die Projektionen ihrer Schalen auf die Spiegelebene können nur durch eine Drehung um den Torsionswinkel zur Deckung gebracht werden. Der Endfall dieser Torsionssymmetrie ist dann gegeben, wenn der Torsionswinkel  $180^\circ$  beträgt, das wäre die Diagonalsymmetrie.

Weitere Abweichungen von der Grundform kommen durch Abweichungen der Raphe von der einfachen Symmetrie vor. Die beiden Schalseiten sind ungleich, oder die Sagittalachse ist S-förmig gebogen (Pleurosigma), oder Sagittal- und Zentralachse sind C-förmig gekrümmt (Amphora), endlich sind Epitheka und Hypotheka knieförmig zusammengebogen, und der Epitheka fehlt außerdem die Raphe, die nur auf der Hypotheka vorhanden ist (*Achnanthes*). (Dieser letzterwähnte Umstand trifft übrigens auch bei den sonst symmetrischen Schalen von *Cocconeis* zu.) Derartige Abweichungen von der Symmetrie nennt Schütt verzerrt-symmetrisch. Dahin gehört auch die Schalenverjüngung bei *Gomphonema*.

Lokale Störungen der Symmetrie können spezifisch charakteristisch oder auch individuell sein. So sind oftmals die aus der Auxospore hervorgehenden Erstlingszellen von der normalen Form abweichend gebaut.

Das Achsenverhältnis in den verschiedenen Richtungen der Zelle unterliegt denselben Schwankungen, wie das Größenverhältnis der minimalen und maximalen Zelldimensionen vor und nach der Auxosporenbildung. Nimmt man aber für einzelne charakteristische Fälle die Länge der Zentralachse =  $c$ , diejenige der Transversalachse als Breite =  $t$  und diejenige der Sagittalachse als Tiefe =  $s$ , so bleiben die Relationen wohl innerhalb einer Gattung annähernd konstant. Aber unter einander fernerstehenden Gattungen wechseln sie stark. So ist für *Rhizosolenia alata*  $s:c:t = 2:207:2$  und für *Synedra longissima*  $s:c:t = 200:4:3$ .

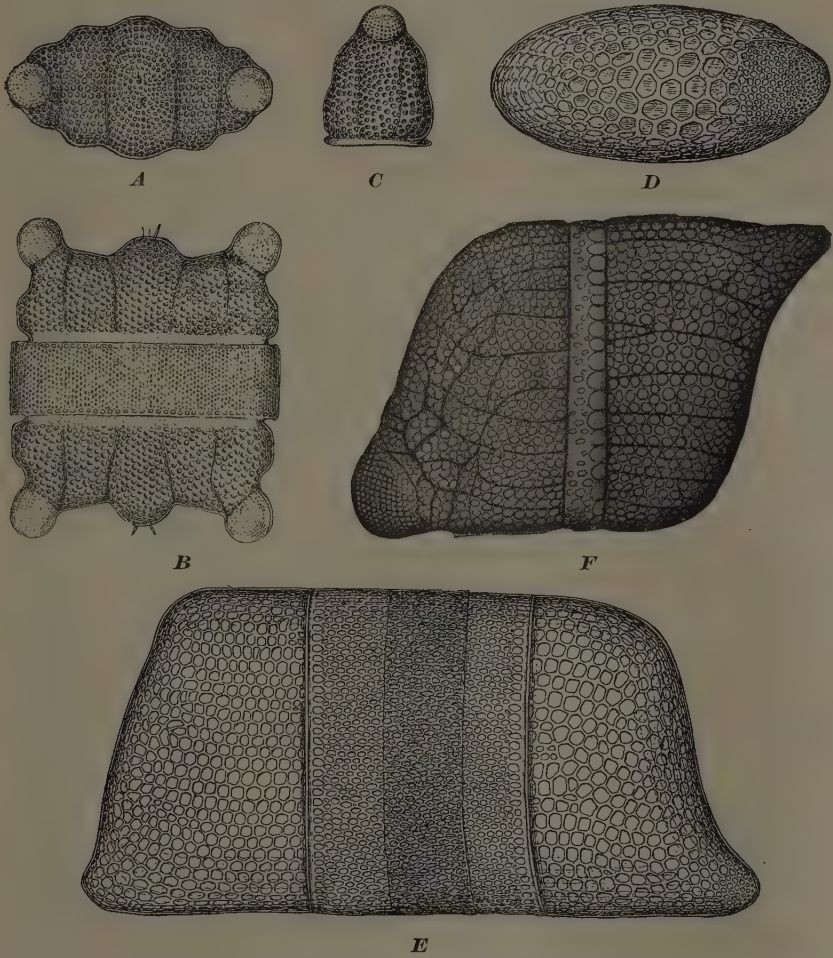
Auswüchse der Zellen sind besonders als Schwebevorrichtungen oder für andere Lebensvorgänge bei den zentrischen Formen häufig, während sie den pennaten Grundformen meist fehlen. Ausbuchtungen der Zelle mit Plasmahalt sind Hügel (*Aulacodiscus*, *Actinoptychus*), Buckel (*Biddulphia*, *Triceratium*), Hörnchen (*Hemiaulus*), Hörner (*Chaetoceras*). Als lokale starke Membranwucherungen, die im fertigen Zustand weder Protoplasma noch Vacuole enthalten, die aber durch Innenplasma gebildet wurden, sind zu nennen: Stacheln (*Stephanodiscus*) und Dornen (*Rhizosolenia setigera*), Klauen (*Hemiaulus*); besonders eigenartige Bildungen sind Zitzen (*Aulacodiscus*), Flügelleisten (*Suriella*), extrazelluläre Kämmerchen (*Planktoniella*) und endlich die merkwürdigen Fangarme bei *Corethron Valdiviae* (Fig. 142).

## B. Anatomie der Diatomeen-Zelle.

### 1. Chemischer Aufbau der Schalen.

Nach den wichtigen und grundlegenden Arbeiten von Mangin (30) schien ein tieferer Einblick in den Bau der Diatomeenzellwände gewonnen. Es konnte, wie Mangin schreibt, festgestellt werden, daß die Substanz der Schalen wie der Gürtelbänder aus einer vollkommen einander durchdringenden Verbindung von Kieselsäure und einer organischen Substanz besteht, die im Gegensatz zu den bisherigen Angaben und ebenso im Gegensatz zu den Wänden der meisten anderen pflanzlichen Lebewesen ein Pektinstoff ist, unter Ausschluß jeder Beimengung von Zellulose. Die Durchdringung soll so vollständig sein, daß es sowohl gelingt ein reines Kieselsäureskelett, — wie sie ja in allen Diatomeensammlungen vorliegen — durch Glühen herzustellen, daß es aber ebenso gelingt durch Herauslösen der Kieselsäure den Pektinrest mit allen Zeichnungseinheiten zu erhalten, der aber jeglicher Festigkeit entbehrt, die nur durch die Kieselsäureeinlagerung gewährleistet war.

Diese Zellen sind nun in lebendem Zustande noch von einer kieselsäurefreien Pektinhaut umhüllt, die speziell bei den Planktonformen die Schalen- oder Zwischenbänderzeichnung zum großen Teil überdeckt und unkenntlich macht. Durch Behandlung mit verschiedenen Reagentien löst sich diese zarte Pektinhaut von den Schalen ab, schwillt



**E**

Fig. 106. Beispiele von zentrisch gebauten pseudozygomorphen Zellen. A–C *Biddulphia pulchella* Gray. A Schalen-, B breite Gürtelansicht; C eine Schale in schmaler Gürtelansicht. — D, E *Isthmia nervosa* Ehr. D Schalen-, E breite Gürtelansicht (Nach W. Smith [2]). — F Rhomboide Form von *Isthmia nervosa* nach A. Schmidt, Atlas [1].

in großen Blasen auf und vergeht  $\pm$  vollständig. Diese obere Pektinhaut ist es, die die Menge von Schleim bildet, der für die Planktonformen charakteristisch ist und die Maschen der Planktonnetze so schnell unpassierbar macht. Auch ist diese Pektinhaut und ihre Lösungsprodukte für das Zusammenbleiben der Kolonien von *Chaetoceras*, *Cyclotella socialis* usw. verantwortlich zu machen. Die feinen Hervorragungen der Schalen von *Thalassiosira gravida* (Fig. 112), die schalenrandständigen Fäden von *Thalassiosira*

*Nordenskiöldii* bestehen aus derartigen Pektinstoffen, die Kolonien von *Chaetoceras*-Arten, besonders *Chaetoceras sociale*, sind zwischen den langen die Zellen zusammenhaltenden Hörnern (Fig. 102) vollständig von derartigen Schleimmassen aus gelösten Pektinstoffen umhüllt, die sie zu großen Kolonien zusammenballen. Nicht anders ist es bei *Bacteriastrum*. Bei der weiten Verbreitung und der leichten Löslichkeit dieser Pektinüberzüge und sonstigen Pektinbildungen ist ein planktonreiches Meerwasser durchweg von einer eigenartigen Viskosität, die dann leicht zu der erwähnten Verstopfung der Planktonnetze führt.

Nach neuen (Zeitschr. f. Bot., 1928, S. 225) Untersuchungen meines Schülers Liebis ch scheint es, daß die Mangin'schen Befunde in etwas modifiziert werden müssen. Bei den dickschaligen Zellen von *Amphitetras* sieht man beim Plasmolysieren den Plasmakörper zusammenschrumpfen von einer zarten Plasmahaut umgeben. An der Innenseite der Schalen wie der Gürtelbänder verbleibt aber eine die Schalendicke übertreffende, ihrem Bau entsprechende und ihnen wie den Gürtelbändern eng angeschmiegte Pektinhülle erhalten, die mit Rutheniumrot und anderen Farbstoffen die charakteristischen Pektinfärbungen annimmt. Löst man die Kieselschale mit Fluorwasserstoffsäure fort, so zeigt diese Pektinhülle genau die Schalenzeichnung, während an der Stelle der Kieselhülle kein Pektinrest bleibt. Was hier vermöge der massiven Verhältnisse deutlich in Erscheinung tritt, läßt sich auch an anderen Zellen erweisen. Bei *Rhabdonema* z. B. ist eine solche Pektinhülle nicht nur gegen die Außenschale, sondern auch gegen die Septen vorhanden. Bei den ganz dünnchaligen Diatomeen kann man bei *Ruthenium*-Färbung nur einen minutiösen rotbraunen Strich an der Innenseite der Kieselwand erkennen, und nach Fortlösung der Kieselschale tritt in der bleibenden Pektinhülle, die dem braunroten Strich entsprach, die Schalenzeichnung hervor. Diese Beobachtungen entsprechen denjenigen von Mangin, nur daß sie in ein wenig veränderter Weise zustande kommen. Die Pektinhülle ist nicht in der Kieselschale enthalten, sondern ist eine selbständige Hülle um den Plasmakörper.

Sie tritt z. B. bei der Auxosporenbildung von *Melosira* oder *Amphitetras* als Hülle um die sich deh nende Plasmablase deutlich hervor, bleibt also bei Bildung der jungen Schale auf deren Außenseite nachweisbar, bis sie vergeht; auf der Schaleninnenseite sieht man alsbald die neue Pektinhülle entstehen. Sie ist also neben der nur aus Kiesel säure bestehenden Schale ein selbständiges, der Schale freilich aufs engste angepreßtes Gebilde. Bei ganz dünnchaligen Formen, z. B. den Planktonarten *Biddulphia mobiliensis* u. a., mit denen Mangin vorzugsweise gearbeitet hat, ist es unmöglich sie an der Zelle getrennt wahrzunehmen. Bei *Biddulphia sinensis*, die ebenso dünnchalig ist wie *B. mobiliensis*, gelang es die Kieselhülle vollständig aufzulösen und die darin steckende Pektinhülle isoliert wahrzunehmen mit der für sie charakteristischen Zeichnung. Diese innere nachwachsende Pektinhülle macht die Verschiebbarkeit der Schalen und die Möglichkeit trotzdem einen hohen Turgordruck zu halten, verständlich.

## 2. Morphologisch-Anatomischer Bau der Zellen nach den Unterfamilien gesondert.

Schon beim Abschnitt über das Vorkommen der Diatomeen zeigten sich Unterschiede zwischen Grunddiatomeen und Planktonformen und bei den Form- und Symmetrieverhältnissen war ein Unterschied zwischen den  $\pm$  radiär und den elliptisch geformten Zellen wahrzunehmen. Es hat sich nun herausgestellt, daß auf den Umrißformen der Diatomeen die gröbere systematische Einteilung am besten aufgebaut werden kann, da auch in der ganzen Entwicklungsgeschichte tiefgehende Unterschiede mit der Form parallel laufen. Diese Einteilung ist von Schütt (75) lediglich auf die Umrißform gegründet und konsequent durchgeführt, wenn er auch die weiteren erst wirklich entscheidenden Unterschiede noch nicht kannte und nicht kennen konnte.

So teilen wir die Abteilung der Diatomaceen in 2 Unterreihen ein: 1. die *Centricae*. Zellen von kreisrundem Querschnitt wie *Coscinodiscus*, *Aulacodiscus* (Fig 105 A—C u. E) und daneben solche, die leicht auf kreisförmige Querschnitte zurückgeführt werden können, wie z. B. die drei- oder mehreckigen Zylinderformen von *Triceratium* (Fig. 105 D, F, G). Ferner gehören hierher Zellen mit Pseudo-Zygomorphie wie *Isthmia*, oder mit etwas plattgedrückten Querschnitten wie *Biddulphia* (Fig. 106), schließlich die Mehrzahl der

Planktonformen wie *Chaetoceras* (Fig. 101), *Rhizosolenia* (Fig. 103 E) usw. Die wichtigsten Merkmale sind vor allem: eine in der Regel auf ein Zentrum sich beziehende Schalenstruktur, daneben völlig ungeschlechtliche Auxosporenbildung und voraussichtlich allgemeiner Besitz von Mikrosporen.

Die zweite Reihe ist die der *Pennatae*, Zellen von elliptischem oder stark verlängert-linealem Umriß (Fig. 107). Bei den höher entwickelten Formen ist Bewegungsfähigkeit vorhanden, deren Organ eine Raphe ist. Die Raphe liegt entweder stark an den Schalenrand gerückt und dann in der Gürtellage am besten wahrnehmbar, die sogenannte »Kanalraphe« bei *Nitzschia*, *Surirella* u. a., oder die Raphe liegt in der Mittellinie der Schale, auf die sich gleichzeitig die federartige Schalenzeichnung (Fig. 107 C, D) bezieht, die der Familie den Namen gegeben hat (penna = die Feder). Diese sehr viel komplizierter gebaute Raphe wird nach dem höchst entwickelten Vertreter meist als »Pinnularienraphe« bezeichnet. Weniger hochstehende Formen, wie die Fragillarien, haben keine oder nur eine Pseudoraphe verschiedenen Grades (*Synedra* und *Eunotia*), die nicht als Bewegungsorgan zu dienen vermag (Fig. 107 A, B).

Damit hängt die Art der Auxosporenbildung zusammen. Die unbeweglichen Formen verbinden die Auxosporenbildung mit einer einfachen oder äußerlich etwas modifizierten vegetativen Zellteilung (Tabellarien). Die hochstehenden beweglichen Formen zeigen dagegen Vereinigung zweier Sexualzellen, Reduktionsteilung und Zygotenbildung; die Zygote ist die Auxospore. Daneben tritt Rückbildung dieser Sexualität auf; unvollständige Tetradenbildung bei der Reduktionsteilung (*Achnanthes subsessilis*) oder völlige Apogamie (*Bacillaria*).

Näheres wird bei dem Kapitel Fortpflanzung zu schildern sein, vgl. S. 183, Fig. 179—190.

### 3. Centrales.

Nach diesen Unterschieden im Aufbau der Zellen wird es verständlich, daß die Wände der *Pennatae* und der *Centrales* wesentliche Verschiedenheiten aufweisen müssen. Den

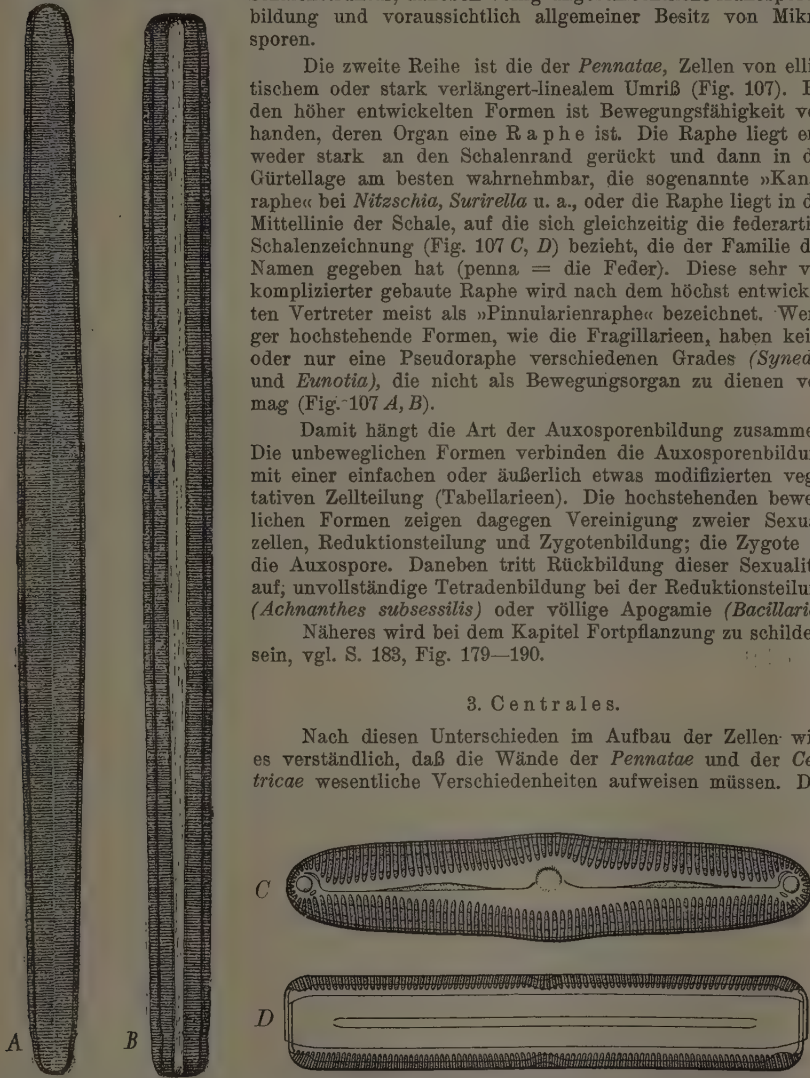


Fig. 107. Beispiele von echt zygomorphen Zellen. Schalen mit federiger Struktur; A, B mit Mittellinie (Pseudoraphe), C, D mit echter Raphe. A, B *Synedra* (*Ardissonia*) *superba* (Kütz.). Grun. — C, D *Navicula* (*Pinnularia*) *viridis* (Nitzsch) Kütz. A, C Schalenansicht, B, D Gürtelansicht. (A, B nach W. Smith [2]; C, D nach Pfitzer, 800/1 [1].)

*Pennatae* kommt in der überwiegenden Menge von Gattungen mit der echten Raphe ein Organ zu, das für den Stoffwechsel zwischen Zelle und Medium eine wichtige Rolle spielen kann, während ein solches physiologisch doch offenbar unentbehrliches Mittel

den *Centricae* zu fehlen scheint. Die wesentlichen Kenntnisse über den Schalenbau der *Centricae* verdanken wir Otto Müller (46), und er zeigt, daß auch die *Centricae* Wege besitzen, die dem Austausch mit dem Medium dienen. Es sind das einmal sehr verdünnte Wandstellen, die dem osmotischen Durchgang geringen Widerstand bieten, die sich entweder über größere Strecken ausdehnen, wie die poroide Grundmembran bei *Triceratium*, oder in zahlreichen kleineren oder größeren lokal begrenzten Stellen, den sogenannten Areolen, die über die ganze Schale zerstreut sind. Dazwischen sind dann starke Wandverdickungen, in Vorsprüngen, Kanten und Ecken vorhanden. Solche Wandverdickungen können nun entweder zentripetal auf der Wandinnenseite sich bemerkbar machen, oder zentrifugal auf ihrer Außenseite. Gerade diese stärksten Wandverdickungen aber werden von den Zellen dazu benutzt offene Ausführungsgänge, Poren, zu bergen, die einen durch keine Membran gehinderten Stoffaustausch ermöglichen. Freilich sind des Turgordruckes der Diatomeenzellen halber nur sehr enge, oder auch mehrfach gekrümmte oder gewundene Poren möglich, da die frei lebenden Zellen sonst nicht existenzfähig wären. Der beobachtete Turgordruck ist meist zirka 3 Atmosphären, doch sind solche von zirka 30 Atmosphären beobachtet worden (G. K. 19).

Faßt man zunächst die zentripetalen Wandverdickungen als die einfacheren ins Auge, so sind Beispiele dafür von O. Müller in *Coscinodiscus*, *Isthmia* und der pennaten *Epithemia* eingehender behandelt. Am übersichtlichsten dürften die Riesenzellen von *Isthmia nervosa* sein. Wie Fig. 106 F zeigt, sind die beiden Valven verschieden, die eine zeigt auf dem Schalendeckel stark anastomosierende Rippen (Nerven), die erst nach dem Schalenmantel zu in mehr parallele, rechtwinkelig zum Gürtelband gerichtete übergehen, die andere Valva zeigt auf Deckel und Mantel nur diese parallel gerichteten Rippen an. Auf der ganzen Zellwandfläche sind runde Areolen sichtbar. Bei genauerer Untersuchung stellt jede Areole ein flaches Kämmerchen dar, das von außen durch eine dünne, in Flächenansicht blumenähnliche (Fig. 108 C) kreisrunde Wandstelle geschlossen ist. Die radialen Linien dieser Blume sind Aussteifungen, um die im Zentrum liegenden Tüpfelstellen zu stützen. Diese nach außen in der beschriebenen Art verschlossenen Kämmerchen sind nach innen hin weit geöffnet (Fig. 108 A). Durch die anastomosierenden Rippen werden mehrere dieser primären Kämmerchen zu größeren sekundären zusammengefaßt. Die Rippen sind oben und unten der Oberfläche parallel, T-förmig verbreitert, so daß sie in Flächenansicht (Fig. 108 A) eine Anzahl der benachbarten Kämmerchen zu verschließen scheinen, doch zeigt der Längsschnitt (Fig. 108 B), daß das nicht der Fall ist. Jedenfalls aber greifen diese T-träger tiefer ins Zellinnere ein, als die die einzelnen Kämmerchen abschließenden Wandstellen.

Das Verhalten auf Schalendeckel und Schalenmantel ist nun etwas verschieden. Auf dem Schalenmantel wird vor den den Balken oder Rippen benachbarten Areolen (primäre Kämmerchen) aus ein Porus (p) ausgespart, der, auf der Innenseite etwas erweitert, den Balken schräg durchsetzt (Fig. 108 B, C) und mit enger Öffnung auf der Balkenoberfläche austritt. Die nicht den Rippen benachbarten Kämmerchen bleiben durch die verdünnte und getüpfelte Oberhaut abgeschlossen. Auf der Schalendecke aber bleibt an den direkt aus dem Schalenmantel zu verfolgenden Rippen dasselbe Verhalten bestehen, daß nämlich die ihnen benachbarten Areolen in der Porenbildung bevorzugt sind; je weiter aber die Areolen vom Schalenmantel entfernt zwischen den anastomosierenden Rippen sich befinden, können alle Areolen Poren entsenden, ohne an die Balkennähe gebunden zu sein (Fig. 108 A).

Aber noch eine weitere Eigentümlichkeit bietet der Schalendeckel. Es kommen auch ganz unabhängig von den Areolen Poren aus den sekundären Kammern hervor, die dann in dem areolenfreien Maschennetz auftreten und als relativ weitere runde Löcher schräg verlaufend die Wand durchbohren (Fig. 108 A).

Die vielfachen offenen Porendurchbrechungen — zu denen noch einige weitere hier nicht mehr zu erwähnende hinzutreten — sind natürlich für den Stoffaustausch mit dem Medium trefflich geeignet. Schon die verdünnten Tüpfelstellen der Areolen müssen ja für osmotischen Austausch von Bedeutung sein. So sind diese auf den ersten Blick als hermetisch geschlossene Zellen uns entgegentretenden Formen in überaus mannigfaltiger Weise befähigt mit der Außenwelt in Verbindung zu treten. Besonders wird die Atmung durch die offenen Poren sehr begünstigt werden, ohne andere Austauschprozesse zu behindern.

Auf den Gürtelbändern sind ebenfalls Areolen vorhanden, doch sind sie nicht gepüffelt, wie diejenigen der Schale und, obgleich, wenigstens dem Schalenrande zunächst, noch kurze Ausläufer der Balken enden, sind keinerlei Poren auf dem Gürtelbände vorhanden.

Die erwähnten Balkenausläufer biegen sich am Gürtelbandrande scharf nach innen um und bilden eine Art *Septum*, dessen Fläche also rechtwinklig zur Gürtelbandfläche steht. An den schmalen Zellseiten, weiter nach innen vorspringend, wird die dünne Septummembran durch Balken gestützt, die in Abständen am inneren Rande aus der Membran hervortreten und auf die Gürtelbänder zwischen den Areolen übertreten. Ein ähnliches Septum ist auch am Schalenrande ausgebildet; hier treten jedoch die Rippen der Schale auf dieses Septum über, sie verstärken die dünne Septummembran und sehen »Konsolträgern« ähnlich.

Auf dem Gürtelbandseptum sind nun zwischen den erwähnten Trägern noch andere kurze Balken vorhanden, die vom Ansatz an der Umbiegungskante bis zum inneren Rande

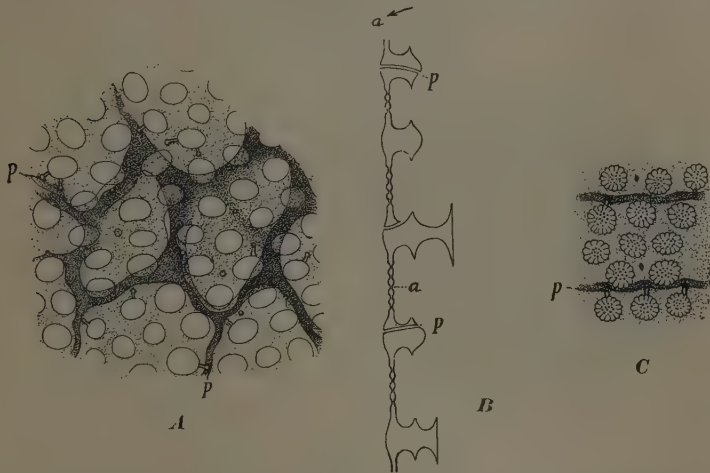


Fig. 108. Zentripetale Wandverdickungen von *Isthmia nervosa*. A Innere Zellwandfläche des Schalendeckels mit den anastomosierenden Balken, den kleinen primären Areolen und den verschiedenen Poren (p), die z. T. unabhängig von den Balken auftreten, (1250/1). B Idealer Schnitt durch die primären und sekundären Kammern. a gepüffelte Schließhaut der Areolen, 3000/1. C Äußerer Schalenmantel mit den die dicken Balken durchsetzenden Poren. p Porus, a gepüffelte Außenwand der Areolen, 1250/1. (Nach Otto Müller [46] aus Oltmanns.)

des Septum reichen und sich hier zu einem Haken umkrümmen. Diese Haken greifen um den inneren Rand des Schalenseptums und bilden so eine außerordentlich feste Verankerung zwischen Schale und Gürtelband. Offenbar sind bei der auffallenden Größe der *Isthmia*-Zellen derartige besondere Sicherungen notwendig, wie die inneren Aussteifungen durch die Rippen und Balken und diese feste Verbindung der einzelnen Teile der Theken, wobei dann die zwischenliegenden dünnen Wandstellen geschützt sind und ihre Funktion des Stoffaustausches ungestört verrichten können.

Unter den Formen mit zentrifugalem Dickenzuwachs besitzt *Eupodiscus Argus* Ehr. wohl die einfachsten Verhältnisse. Von der Fläche gesehen (Fig. 109 A) erblickt man bei oberflächlicher Einstellung eine große Zahl rundlicher Öffnungen, die bei tiefergehendem Tubus kleiner und kleiner werden, bis zu einem gewissen Punkte, wo die Grundmembran erreicht ist. Es sind also Pfeiler auf der Oberfläche aufgesetzt, die rundliche nach außen offene Kammern umgrenzen und auf einer breiteren Fläche basiert, sich nach außen zu verjüngen. Gleichzeitig mit der Grundfläche erscheinen in der Peripherie des Kreises 3–7 Porenkanäle, die bei noch tieferer Einstellung radial auswärts streben, bis zu ihrer Basis, die von einem kleinen Hofe umgeben ist. Diese im wesentlichen nach O.

Müller gegebene Beschreibung findet ihre Bestätigung in dem Membranquerschnitte (Fig. 109 B), der die nach außen verjüngten Pfeiler und die an ihrem Ansatz auf die Grundfläche ansetzenden Poren zeigt. Die schräg nach innen laufenden Röhren, die beim Austritt durch einen kleinen Membranaufsatz rings umgeben sind, dem genannten »Hof«, stellen also vollkommen offene Poren dar. Bei der Dicke der ganzen Außenmembran werden diese überaus zahlreichen Röhrrchen dem Zellplasma die einzige Möglichkeit sowohl zum Stoffaustausch wie zur Atmung bieten müssen. Ob die in einigen der Kammern eingezeichnete Auskleidung etwa zu weiterer Ausbreitung eines austretenden Plasmas dient, oder welche andere Bedeutung sie hat, ist z. Z. nicht zu sagen.

Ähnliche relativ einfache Verhältnisse mit in zentrifugalen Vorsprüngen angeordneten Porensystemen zeigt das neuerdings von Hustedt (26 b) untersuchte *Triceratium planoconcavum*.

Das weit weniger leicht analysierbare *Triceratium Favus* ist von O. Müller verschiedentlich und überaus eingehend untersucht, und es basiert das hier Gesagte ganz

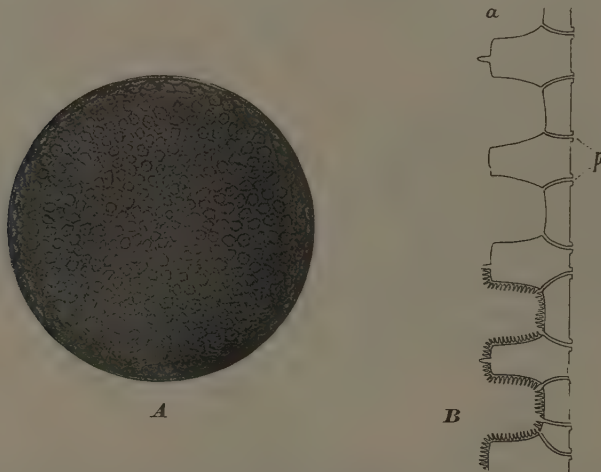


Fig. 109. Zentrifugale Wandverdickungen bei *Eupodiscus Argus*. A Schalenansicht nach Van Heurek aus A. Schmidt, Atlas [1]. B Querschnitt der Schale nach O. Müller [46], 3000/1. p Porus, a Außenseite. (B aus Oltmanns.)

auf seinen Untersuchungen. Die drei- vier- oder mehrkige Schale von *Triceratium* zeigt eine in sechseckige Felder geteilte Grundmembran (Fig. 110, 2, 3, 5), die durchweg getüpfelt (*a* und *gw*) ist. Auf den Wänden dieser Sechsecke sind rechtwinklig aufgesetzte Kammerwände (*kw*) zu beobachten, die also eine nach innen geschlossene sechseckige Kammer bauen, die durch eine der Grundmembran parallel angesetzte Lamelle (*d*) bis auf ein rundes Loch geschlossen werden. Wo drei dieser Kammerwände zusammenstoßen steht ein Dorn (*c*), der bevor seine massive Spitze aufgesetzt wird, von einem Porus durchzogen war, welcher beim Aufbau mitgewirkt haben muß. Am Rande erhebt sich nun ein Flügel (*f*) (Fig. 110, 3, 4, 5) der einerseits ebenfalls ovale Öffnungen (*ö*) besitzt und dort, wo zwei Felder zusammenstoßen, in der dem Umfang folgenden Flügelmembran von einem direkt in den Zellraum führenden langen und etwas gewundenen Porus durchsetzt wird. So strömt das Wasser durch die Kammeröffnungen direkt an die stark getüpfelte Grundmembran, und es muß überall osmotischer Stoffaustausch möglich sein. Die Querschnittszeichnung (Fig. 110, 3, 4) gibt die Kammern wieder. An den aufgesetzten Wänden sieht man die das äußere Lumen auf einen Kreis einengende, der Grundmembran parallele Lamelle eingefügt. In dem Flügel ist die Öffnung ausgespart. Fig. 110, 4 zeigt dann eine Stelle, wo zwei Felder zusammenstoßen und der lange offene Porenkanal (*p*) den Flügel durchsetzt.

## 4. Pennales. (Bilaterales.)

Bei den pennaten Formen liegen die Verhältnisse insofern ganz anders, als diese, soweit sie eine Raphe oder auch nur Raphenanfänge (*Eunotia*) besitzen, darin ja für jeden Stoffaustausch und Atmung praedestinierte Organe haben. Trotzdem findet O. Müller (46) bei den Pleurosigen Durchbrechungen der Zellwand mit sechs- oder vierseitigen feinsten Öffnungen, die er mittels der Überflutungsversuche nachzuweisen vermochte. So ist die Membran hier geradezu siebartig durchlöchert von freilich außerordentlich kleinen Kammern mit minimalen Öffnungen. Wenn die Größe der Kammern von *Isthmia* = 16 (Öffnung 0,4—0,5  $\mu$ ) gesetzt wird, so sind die Größenverhältnisse bei *Triceratium* = 15

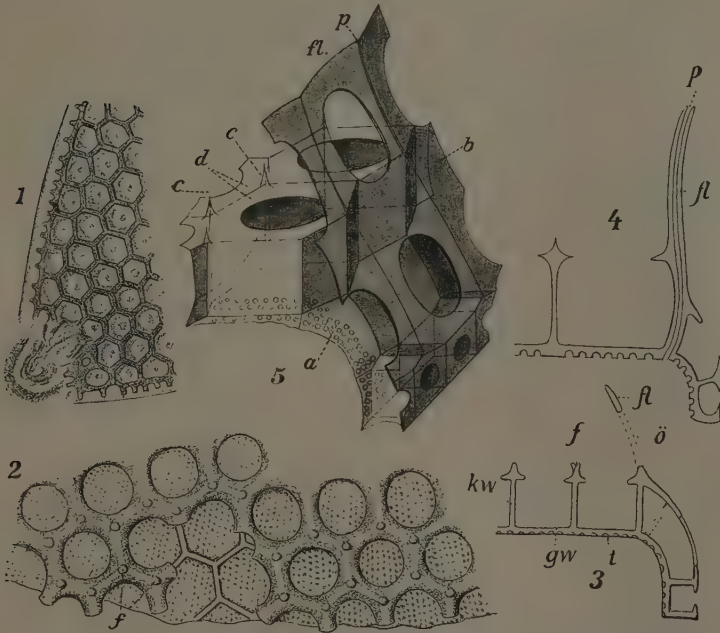


Fig. 110. Zentrifugale Wandverdickung. *Triceratium Favus* Ehrb. 1 und 2 Flächenansicht bei verschiedener Vergrößerung. 3 und 4 Längsschnitte durch den Schalenrand, die den Flügel *fl* zeigen. 5 Schema des Schalenbaues. *a* und *gw* Grundmembran, die getüpfelt ist. *kw* Kammerwand. *f* Fortsätze an den Wabenecken. *ö* Öffnung. *p* Porus. *c* Spitzen. *d* horizontal überragende Ränder. *b* Leisten. 2 und 5 1200/1. 3 und 4 1500/1. 1 schwächer vergrößert. (Nach Otto Müller [40 und 46]; 1, 3 und 4 aus Oltmanns.)

(Öffnungen 0,4—0,5  $\mu$ ), *Eupodiscus* = 13 (innere Kanalöffnungen 0,6—0,7  $\mu$ , äußere = 0,4 bis 0,5  $\mu$ ), *Epithemia* = 4, *Pleurosigma* = 2 (Öffnungen 0,2  $\mu$ ) und *Amphipleura* = 0,5 als Vergleichszahlen.

Die großen Pinnularien besitzen dagegen nur innere Kammern, die als große Alveolen in bestimmter Richtung zur Raphe verlaufen und nur osmotisch in Tätigkeit treten können. Ihre Verwertung zur systematischen Charakterisierung ist bekannt. Ob die allen Naviculoiden eigenen ähnlichen Streifen und Striche in gleicher Weise zustande kommen ist bisher nicht bekannt. So wird man überall bei den Diatomeen die zierliche Schalenkulptur nicht als bedeutungslos ansehen dürfen, sie steht stets in engster Beziehung zu den Lebensbedingungen der Zellen.

## 5. Gallertporen.

In anderer Beziehung sind gewisse bei sehr zahlreichen pennaten wie centrischen Diatomeen vorkommende, oft nur schwer nachzuweisende Poren von Bedeutung für die Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 2.

Ausscheidung von Gallerte. Schon die Übersicht S. 109 Fig. 94 und besonders Fig. 98 S. 112 zeigten die Bedeutung ausgeschiedener Gallertmassen verschiedenster Menge und Form für die Festheftung der Diatomeen und zwar kommt sie ebensowohl für centrische Formen wie für *Pennatae* in Betracht. Zur Ausscheidung von Gallerte besitzen die Zellen ganz bestimmt orientierte große oder kleinere Wanddurchbrechungen, also Poren, die meist an den Schalenenden liegen und kleine Polster oder mehr und mehr nachwachsende Stiele liefern, wie die Übersicht (Fig. 98) es bereits zeigte. Die Poren sind offene Schalendurchbrechungen, meist etwas schräg oder bogenförmig inseriert (Fig. 111 1—4). Besonders

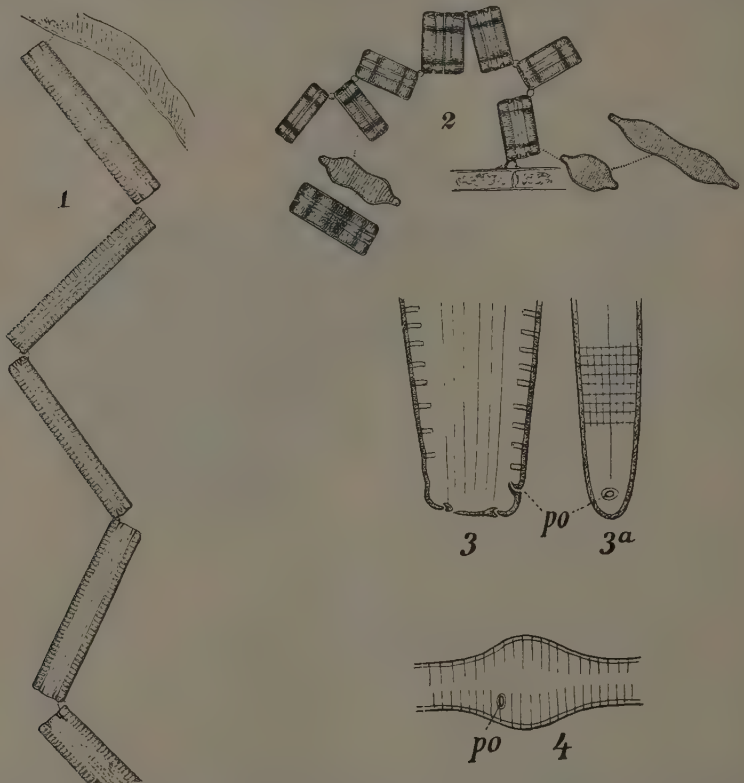


Fig. 111. 1 *Diatoma vulgare* Bor. (Nach Smith [2].) — 2 *Fragilaria virescens* Ralfs. (Nach W. Smith [2].) — 3, 3a *Licmophora*. Gürtelband und Schalenseite, 2200/1. — 4 *Tabellaria fenestrata*. Schalenstück, 2200/1. (3 und 4 nach O. Müller [46]; 1, 2, 3a und 4 aus Oltmanns)

deutlich sind die Gallertporen und die ausgeschiedenen Polster oder Stränge auch bei *Diatoma*, *Fragilaria*, *Licmophora* und *Melosira*, deren Ketten nur dadurch zusammengehalten werden. Von besonderem Interesse ist die Gattung *Thalassiosira*, die hier in *Thalassiosira gravis* Cl. wiedergegeben ist (Fig. 112). Die etwa um ihren halben Durchmesser voneinander entfernten Zellen von flach centrischer Form werden durch einen aus der Zellmitte hervorragenden Büschel von Gallertfäden, die zu einem einzigen starken Faden durch eine Scheide zusammengehalten werden, zur Kette verbunden. Aus zahlreichen besonders am Schalenrande, aber auch sonst auf der Schale verstreuten Gallertporen strahlen gerade, zarte Gallertfäden aus, die die Zellen des Fadens mit einem Strahlenkranz umgeben. Bemerkenswert ist noch, daß die Scheide, welche die zentralen Gallertbüschel zusammenhält das einzige bisher bekannte Vorkommen von Zellulose bei den

Diatomeen bietet. In ähnlicher Weise wird *Coscinodiscus polychordus* Gran durch je sechs aus der Schale hervorwachsende Gallertfäden zu Ketten verbunden; es sind also auf der Schale in gewissem Abstände vom Rande regelmäßig verteilte Gallertporen vorhanden, die die nach der Zellteilung auseinanderweichenden Zellen mit diesen Gallertfäden zu kettenartigem Verbinde zusammenhalten. Besonders beachtenswert sind die von O. Müller (43 a) beschriebenen Gallertstiele von *Melosira undulata* durch Dimensionen und sonstige Abweichungen.

Neben diesen Gallertpolstern und Gallertstielen kommen bisweilen die Zellen oder Zellkolonien vollständig umschließende Gallertthüllen vor. Abgesehen von den später zu besprechenden Vorgängen bei der Auxosporenbildung der pennaten Formen, wo die Gallerte zum Zusammenhalten der beiden kopulierenden Individuen dient, finden sich nach Br. Schroeder (72) bisweilen von Gallertpolstern in Zickzackketten zusammengehaltene Kolonien der *Tabellaria flocculosa* Kützg. vollständig von Gallertthüllen von offenbar anderer Konsistenz eingeschlossen, so daß die Polster sich deutlich abheben (Fig. 113, 1). Ebenso ist eine dicke Gallertthülle um eine Gruppe von *Fragilaria crotonensis* beobachtet und ich selber sah eine Zellreihe von dem kleinen *Bacteriastrum minus* (Fig. 114) von dicker Gallertthülle eingeschlossen, so daß auch die ganzen Schwebborsten mit in der Gallertmasse steckten. Das gleiche wird von Voigt (78) für strahlenförmig geordnete Kolonien von *Asterionella* berichtet; ich bin geneigt, das im allgemeinen für eine zur Erhöhung der Schwebefähigkeit dienende Ausscheidung der ganzen Zellwandoberfläche zu halten, die vielleicht durch feinste sich der Beobachtung entziehende Poren (oder zwischen den Gürtelbändern heraus, wofür freilich Beispiele fehlen) ausgeschieden sein mag und ohne feste Form zu gewinnen verquillt. Inwieweit die innere Pektinhülle, die neuerdings von Liebig nachgewiesen werden konnte, mit den Gallertstielen, -polstern usw. in Verbindung steht, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Daß aber die Gallertbildungen wohl alle aus Pektinen, vielleicht etwas verschiedener Konsistenz und Wassergehaltes bestehen, dürfte kaum zu bezweifeln sein. Solche Verschiedenheiten der Pektine liegen ja schon in der schleimigen, verquellenden Außenhaut der Planktondiatomeen, in den beiden einander umhüllenden Gallertmassen der Figur 113 vor und werden sich eben auch sonst vielfach auffinden lassen müssen. (Vgl. auch Mangin [30].)

Weitere genauere Nachweise über Zellauswüchse als Schwebvorrichtungen, oder Zellwanddurchbrechungen für die Bewegungsfähigkeit der ganzen Zellen werden bei der Besprechung der Organisation der *Centricae* und der *Pennatae* ihre geeignete Stelle finden.

## C. Der Protoplasmakörper der Diatomeen.

### 1. Plasma, Struktur und Anordnung.

1. In den Schalen ist ein Plasmakörper vorhanden, der am Rande hyalin, weiter innen durch Mikrosomen getrübt erscheint. Meist ist nur eine minimale wandständige Schicht ringsum vorhanden, die im Mittelpunkt der Zelle durch eine breite Plasmabrücke zusammengehalten wird; in dieser Plasmabrücke pflegt der Zellkern zu liegen (Fig. 115, 117). Bei zentrischen Formen ist der Kern meist einer der Schalen stark genähert (Fig. 119) und hier kann das Plasmaband eventuell ganz fehlen, dagegen durchziehen dann zarte Plasmafäden den ganzen Zellraum (Fig. 118 b). Da wo ein dicker zentraler Strang vorhanden ist, durchsetzt er die große einheitliche Vakuole und verbindet in der Zentralachse liegend die beiden Schalenmittelpunkte (Fig. 115, 117, 119) und schließt auch den Zellkern ein. Bei den pennaten Formen wird durch das mittenständige Plasmaband der Zellraum in zwei große Vakuolen geteilt, die je nach der Zellform gleich groß oder ungleich an Umfang ausfallen können (Fig. 115, 117). Außerdem findet sich bei diesen Pennaten noch vielfach eine größere Plasmaansammlung an den Zellenden (Fig. 115 1 und 2). In diesen größeren Ansammlungen von Plasma treten die zahllosen Mikrosomen als feinst verteilte Körnchen deutlich hervor, daneben sind im ganzen Plasma verstreut oder an den Grenzen der Plasmabrücke gegen die Vaku-



Fig. 112. *Thalassiosira gravida*.  
(Nach Mangin [30].)

ole zahlreiche Tröpfchen fetten Öles vorhanden, das sich in abs. Alkohol, Äther oder Schwefelkohlenstoff löst, Alkannatinktur speichert und mit Osmiumsäure schwärzt. Durch Fehlen dieser Reaktionen, dagegen durch Lebendfärbung mit Methylenblau und intensive Färbbarkeit mit Haematoxylin unterscheiden sich die von Bütschli und Lauterborn (28) nachgewiesenen »Bütschli'schen Kugeln« oder »rote Kör-

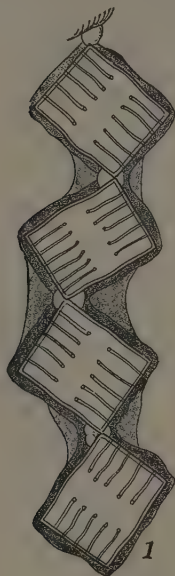


Fig. 113. 1 *Tabellaria flocculosa* Kütz. 2 *Fragilaria crotonensis* Kitton. Mit Gallerthüllen. (Nach Br. Schroeder [72] aus Oltmanns.)

Fig. 114. *Bacteriastrum minus* G. Karsten [24] in Gallerthülle. (Nach Valdivia; 375/1.)

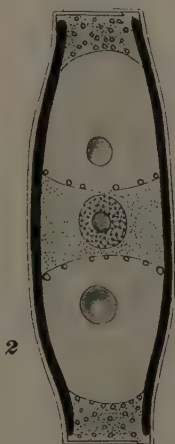
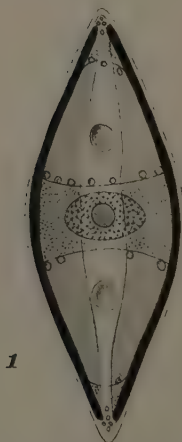


Fig. 115. *Navicula cuspidata*. 1 Schalenseite mit Chromatophoren, mittlerem Plasmaband und Kern, beiderseits die »Bütschli'schen Körper«. 2 Gürtelbandseite ebenso. (Nach Lauterborn [38], ca. 800/1.)



Fig. 116. *Swirella striatula*. Ansicht der Zelle, Schalenseite. (Nach W. Smith [2].)

perchen«, die bei *Navicula cuspidata* in jeder Vakuole in Einzahl bis zu einer dem Zellkern gleichkommenden Größe vorhanden sind (Fig. 115), bei *Surirella* in großer Anzahl besonders an den sich bildenden neuen Wänden der Tochterzellen bei der Teilung auftreten und sich durch äußerliche Merkmale in ihrer Form nicht von den Öltropfen unterscheiden. Die Natur und Funktion dieser Bütschli'schen Kugeln ist ganz unklar. Nach Heinzerling (18 a) handelt es sich um »Volutin« in zähflüssiger Form. Ebenso-

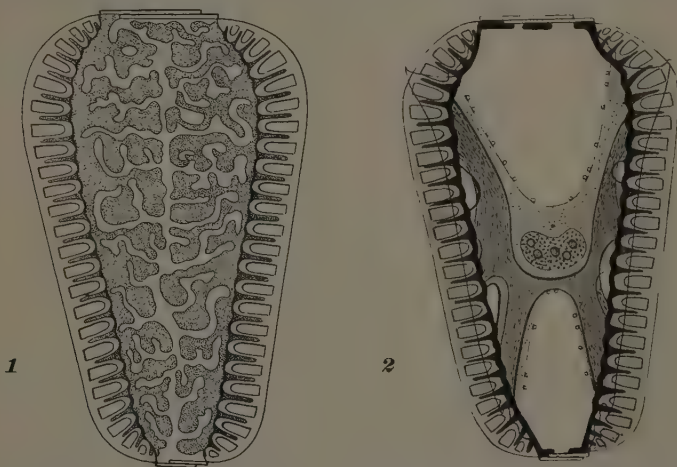


Fig. 117. *Surirella calcarata*. 1 Chromatophor von der Gürtelseite. 2 Optischer Längsschnitt mit Plasmahalt von der Gürtelseite. (Nach Lauterborn, ca. 800/1 [28]; aus Oltmanns.)

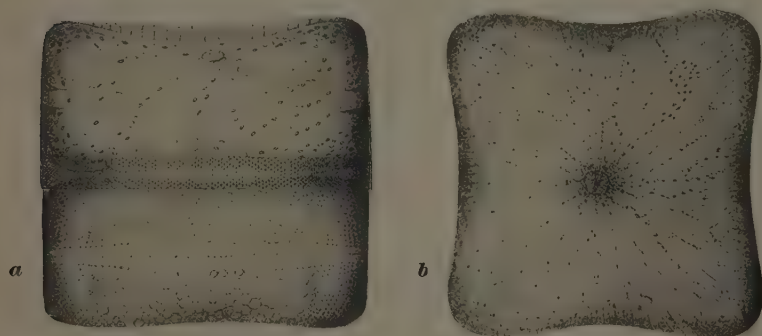


Fig. 118. *Triceratium arcticum* Brightwell. a Gürtelband, Schalenansicht und Sagittalschnitt mit Plasma und Kern, 250/1. b Transversalschnitt mit Plasmabau, 250/1. (Nach G. Karsten [24].)

wenig geklärt sind die bisher nur bei den großen Süßwasserdiatomeen aufgefundenen Stäbchenpaare, die schon Pfitzer (68) bei *Pinnularia* zeichnete und die von ihm wie von mir im Ruhestadium der Zelle gefunden sind, während Lauterborn (28) ihr stärkeres Auftreten während des Teilungszustandes angibt. Ob sie wirklich mit den Plasmafäden des Strasburgerschen Kinoplasma in Verbindung zu bringen sind, oder ob sie etwa, wie aus ihrem Verbrauch während oder nach der Kernteilung geschlossen werden könnte, Reservestoffkörpern — also etwa den Chondriosomen — entsprechen, muß einstweilen dahingestellt bleiben. Ihr stets paarweises Auf-

treten und warum sie den Meeresdiatomeen durchweg fehlen — soweit bekannt — bliebe auch dann noch zu erklären (vgl. Fig. 117 I).

## 2. Zellkern.

Der wichtigste Plasmaeinschluß ist schließlich der Zellkern. In den vegetativen Zuständen der Diatomeenzelle ist stets ein und nur ein Zellkern vorhanden. Seine Lage im Zentrum der Zelle, im Schnittpunkt der Teilungs- und der Transversalachse ist

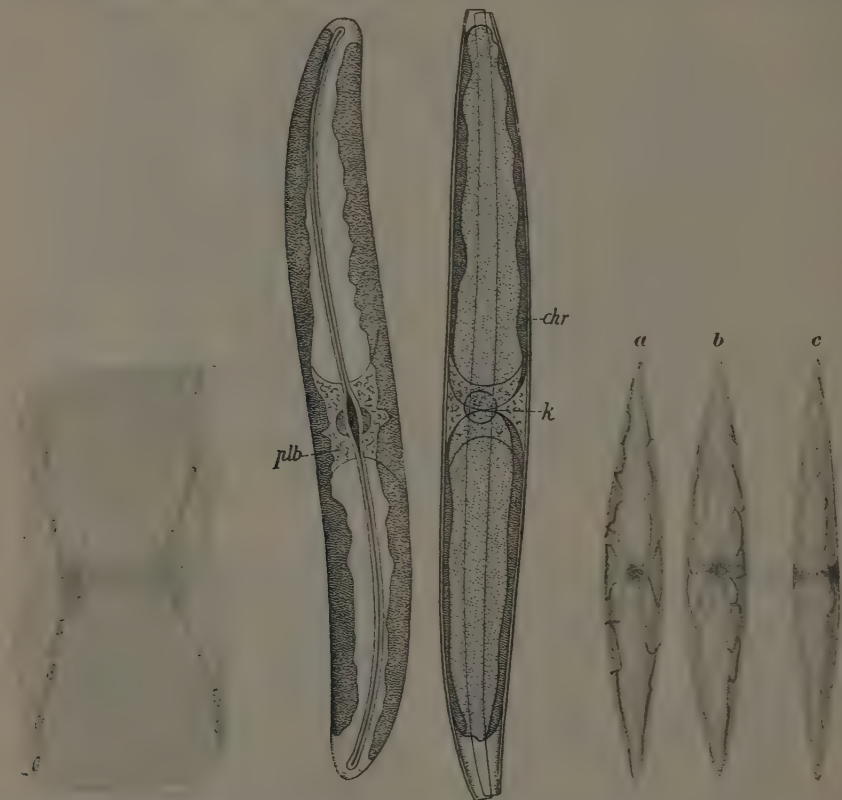


Fig. 119. *Asteromphalus Roperianus* Ralfs. Optischer Sagittalschnitt mit Kern und Plasma. 666/1. (Nach G. Karsten [24].)

Fig. 120. *Pleurosigma Spenceri*. Schalen- und Gürtelbandseite. 500/1. (Nach G. Karsten [19] aus Oltmanns.)

Fig. 122. *Pleurosigma directum* G. Karsten. a, b Die beiden Schalenseiten. c Gürtelbandseite. 200/1. (Nach G. Karsten [24].)

die Regel (Fig. 115, 117); bei zentrischen Formen dagegen liegt er zwar regelmäßig innerhalb der Teilungsachse aber häufig einer der Schalen genähert (Fig. 118, 119).

Das Aussehen des Kernes in der lebenden Zelle im Ruhezustand ist ein feinkörniges, auch wohl wasserhelles und meist ist ein oder bei sehr großen Kernen eine größere Anzahl von Nucleolen und Kernkörperchen zu erkennen. An gut fixierten und gefärbten Kernen tritt die innere Masse mehr hervor und Lauterborn (28) will darin eine deutliche netzig-wabige Struktur aus Lininfäden und Chromatinknotenstellen erkannt haben.

Die Form des Kernes ist weitgehend von der Zellform abhängig; der Regel nach rund-kugelig (Fig. 115). wird er in sehr breiten Zellen wie *Amphora*-Arten in

Gürtelbandansicht quer langgezogen, bei sehr lang ausgezogenen Nitzschien dagegen in Richtung der längsten Achse der Zelle verlängert und bei *Surirella*-Arten nimmt er wohl immer eine nierenförmige Gestalt an, mit der Öffnung nach dem breiteren Ende der Gürtelbandseite gerichtet (Fig. 117 1).

Besonderes Interesse verdient das stete Vorhandensein von Centrosomen in der Kernnähe, da diese Gebilde in Pflanzenzellen ja nicht eben häufig zu finden sind. Die Zahl scheint zu wechseln, auch sind sie im Ruhezustand des Kernes nicht immer nachweisbar. Bei *Surirella* ist nach Lauterborn (28) stets ein Centrosom vorhanden, das mir (21) erst vom ersten Beginn der Kernteilung oder Kernerregung an deutlich wurde; bei *Brebissonia* sah ich (19) zwei, und so dürfte jede Diatomeenzelle diese Gebilde be-



Fig. 121. 1—3 *Pleurosigma angulatum*. 380/1. — 4 *Pl. rigidum*. 270/1. — 5 *Pl. giganteum*. 270/1. (Nach G. Karsten [19] aus Oltmanns.)

herbergen. Ihre bei den *Centricae* und *Pennatae* ziemlich verschiedene Einwirkung auf den Kern soll bei der Zellteilung genauer geschildert werden.

### 3. Chromatophoren.

Die auffallendsten Zellinhaltsorgane sind die Chromatophoren, deren Farbe von gelb bis olivengrün oder braun wechselt, den verschiedenen Arten und ihrem Vorkommen nach. Die Chromatophoren der Schlamm- und Schattenformen sind meist dunkel gefärbt, die Lichtformen, besonders die Formen des Oberflächenplanktons sehen vielfach zitronengelb aus. Zahl und Form der Chromatophoren wechselt mannigfach. In sehr vielen Fällen, aber durchaus nicht bei allen Formen besitzen die Chromatophoren Pyrenoide, und wo solche, wohl wie bei den Conjugaten mit der Assimilation des  $\text{CO}_2$  in Beziehung stehenden Gebilde vorhanden sind, beeinflussen sie Anordnung und Teilung der Chromatophoren sehr weitgehend.

Innerhalb ein und derselben Gattung wechseln Zahl und Formen der Chromatophoren stark, so daß daraus schon die Unhaltbarkeit einer systematischen Einteilung nach Chromatophoren hervorgeht. Zum Beispiel hat die Gattung *Pleurosigma* teils große

plattenförmige Chromatophoren in Zweifzahl den Gürtelbändern anliegend (Fig. 120) und mit den Rändern auf die Schalseite übergreifend. Die Teilung erfolgt hier bei den sog. placochromatischen Formen einfach durch Querteilung, so daß man ebensooft 2 wie auch vier Chromatophoren antrifft, da ihre Teilung lange vor der Zellteilung eintritt (Fig. 120). Pyrenoide fehlen diesem Typus. Ganz abweichend davon haben andere Arten (Fig. 121) zwei lang bandförmig ausgezogene Chromatophoren, die Pyrenoide in großer Zahl enthalten. Sie liegen ebenfalls den Gürtelseiten an, greifen aber mit charakteristischen Schleifen auf beide Schalen über, so daß die beiden Schalen ein ganz verschiedenes Aussehen haben (wie die Fig. 121 1 u. 2 zeigen). Diese Bänder sind bei Planktonformen (Fig. 122) noch sehr viel schmaler, entbehren der Pyrenoide, spalten sich und überziehen

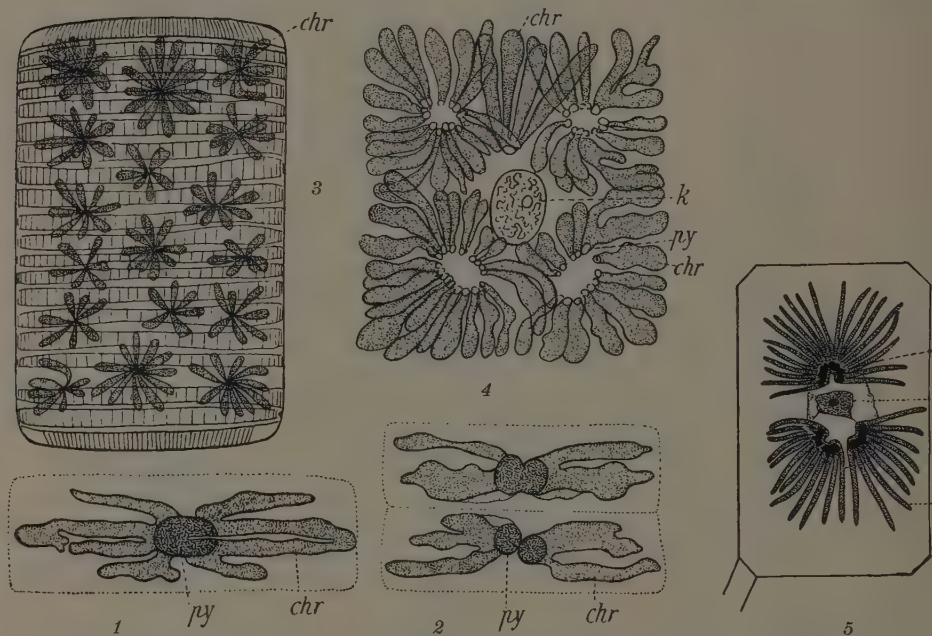


Fig. 123. Chromatophoren von marinen Tabellariaceen. (Nach G. Karsten [19].) 1, 2 *Grammatophora marina*, 1000/l. — 3, 4 *Rhabdonema arcuatum*, 3 500/l., 4 1000/l. — 5 *Striatella unipunctata*, 400/l. (Nach Schmitz [71].) 1, 2, 4 nach Entfernung der Zellwände durch Flußsäure. py Pyrenoid, chr Chromatophor, k Kern. (Aus Oltmanns.)

an den Gürtelseiten liegend die beiden Schalen mit ganz verschiedenen Schleifen und Auszweigungen, wie die Figuren 122 a—b und die Gürtelseite c veranschaulicht werden. Weitere Grundformen weisen dann einen Zerfall der Bänder auf (wie Fig. 121 4, 5). Daß der Unterschied zwischen pyrenoidführenden und pyrenoidlosen Arten kein sehr tiefgreifender sein kann, lehrt der Vergleich der Figuren 120—122. Denn der in 121 4 begonnene Bänderzerfall, bei dem Pyrenoide fehlen, führt zu einer vollkommen coccochromatischen Art *Pl. giganteum*, dessen Zellen eine unzählige Menge kleiner linsenförmiger Chromatophoren mit je einem mittelständigen Pyrenoid zeigen. So lassen sich innerhalb einer unverkennbar zusammengehörigen Gattung alle Übergänge von typisch placochromatischen zu typisch coccochromatischen Formen verfolgen, und nicht anders liegt es bei den großen Gruppen der vielen *Amphora-Auricula*-Arten und innerhalb der Gattung *Nitzschia*, mit ihren zahllosen verschiedenartigen Formen.

War bei den bisher betrachteten Pleurosigmen Besitz oder Fehlen der Pyrenoide scheinbar irrelevant, so ist das bei den niedriger stehenden Formen, z. B. den Tabellaria-

ceen anders. Die großen von 2 oder mehr Zwischenschalen mit Septen durchsetzten und verlängerten Zellen zeigen  $\pm$  sternförmige Gruppen von Chromatophoren, wie *Rhabdonema* (Fig. 123 3) deutlich erkennen läßt. Löst man die ganzen Wandungen mit Flußsäure auf, so bleibt der Inhalt bei vorsichtiger Behandlung davon unberührt. Und so

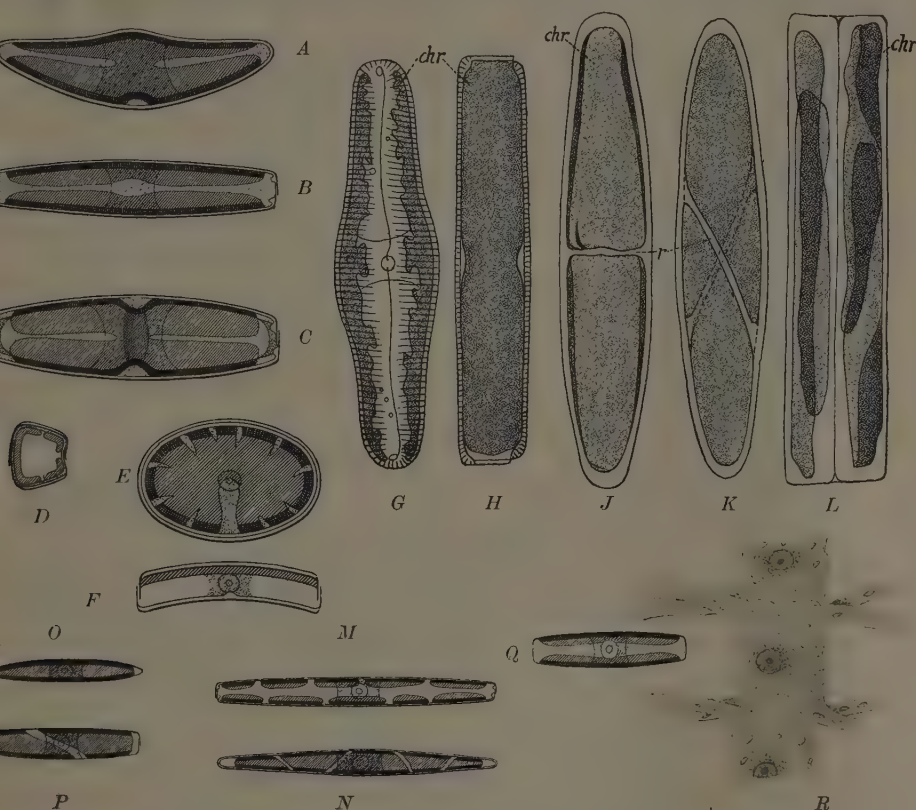


Fig. 124. Chromatophoren, dunkel schraffiert. A—D *Cymbella gastroides minor* Kütz. Eine Platte, der Mitte der konvexen Gürtelseite anliegend und nach der anderen Seite herumgeschlagen. Der lange Spalt bereitet die Teilung der Platte vor. A Schalenansicht; B schmale, C breite Gürtelansicht (400/1); D Transversalschnitt. — E, F *Cocconeis Pediculus* Ehrenb. Eine Platte der konvexen Schale anliegend. E Schalenansicht; F Gürtelansicht (Längsschnitt) (650/1). — G—L Chromatophoren und ihre Teilung bei *Pinnularia*. G Schalenansicht, H Gürteltage, J, K Teilung und Umlagerung der Chromatophoren (chr) von der Schalen- und L von der Gürtelseite (770/1). (Nach E. Ott aus Oltmanns.) — M, N *Synedra gracilis* Kütz. Mehrere große Platten. M Schalen-, N Gürtelansicht (600/1). — O—Q *S. fasciculata* Kütz. Zwei den Schalen anliegende Platten. O Schalen-, P Gürtelansicht; Q Platten in Wanderung begriffen von den Schalen auf die Gürtelbänder, Gürtelansicht. Vorbereitung zur Teilung. — R *Chaetoceros Castracanei*. Zahlreiche kleine Plattchen in der Zelle, gehen auch in die Hörner hinein. Fragment einer Zellreihe in Gürtelansicht (1000/1). (A—F und M—Q nach Pfitzer [61]; G—L nach E. Ott [54] und R nach G. Karsten [24].)

zeigen Fig. 123 1 und 2 die Chromatophoren von *Grammatophora marina*; man sieht, daß die kleinen Sterne um je ein zentrales Pyrenoid gelagert sind und, daß bei weiterer Zerteilung auch das Pyrenoid sich teilt und der neuen Gruppe ein Teil mitgegeben wird. Bei der viel mehr Einzelchromatophoren umfassenden Zelle von *Rhabdonema* (Fig. 123 3, 4) ist das nicht anders. Lassen sich in Fig. 123 3 noch die Zentralpyrenoide erkennen, so sind sie in 4 in so viel kleine Einzelpyrenoide zerfallen als Einzelchromato-

phoren der Gruppe angehören. Bei der nur zwei strahlenförmige Chromatophoren enthaltenden *Striatella* ist es ebenso, jedem Strahl gehört ein Teil des Pyrenoids zu eigen. Welche Rolle übrigens die Pyrenoide bei den stärkefreien Diatomeen spielen, steht dahin, der Analogie halber muß man aber wohl annehmen, daß sie im Stoffwechsel bei der CO<sub>2</sub>-Assimilation eine aufbauende Rolle spielen, obwohl man das fette Öl kaum je in Verbindung mit ihnen sieht.

Zur Vervollständigung seien einige weitere Chromatophoren in ihrer verschiedenen Form und Lagerung betrachtet. Die Gattung *Cymbella* (Fig. 124 A, D) besitzt nur ein großes Chromatophor, das als Platte der konvexen Gürtelseite anliegt (Fig. A u. D); es greift bis auf die andere Gürtelseite über. Der tiefe Spalt deutet die bevorstehende Teilung an. — Ebenfalls nur ein Chromatophor besitzt die Gattung *Cocconeis*; hier liegt es an der stets nach außen gekehrten gewölbten Schalseite dieser epiphyten Formen, deren Bewegungsapparat nur auf der konkaven, dem Substrat anliegenden Schale vorhanden ist. Fig. 124 G—L geben die Verhältnisse bei einer großen *Pinnularia* wieder. G und H entsprechen der Ruhelage in Schalen- und Gürtelansicht, I—L geben die Teilung der beiden Platten und ihre Umlagerung bei erfolgreicher Zellteilung wieder. Fig. 125 M—Q sind der verbreiteten Gattung *Synedra* entnommen, wo Zahl und Lagerung wechselnd sind. *Synedra gracilis* (M, N) besitzt mehrere große Platten in wechselnder Lage. *S. fasciculata* (O—Q) dagegen nur zwei Platten, die in Q ihre bisherige Lage an den Gürtelseiten aufgegeben und, sich zur Teilung vorbereitend, an die Schalen angelegt haben. R endlich gibt ein coccochromatisches *Chaetoceras* wieder, doch sind in dieser formenreichen Planktongattung auch placochromatische Arten nicht seltener als die coccochromatischen vertreten. Die Figurenerklärung gibt das Weitere an.

Die weitaus schwierigst zu veranschaulichenden Chromatophoren aber eignen der Gattung *Surirella* (Fig. 117, 125 3). Wie sich bei den Tabellarien die Chromatophoren dem Zellenbau insofern anpassen, als die Sterne in die verschiedenen Kammern der Zelle ihre Strahlen aussenden, so fügt sich das einzige Chromatophor der Surirellen ebenfalls genau dem Zellenbau ein. Wie der Transversalschnitt (Fig. 174 I) zeigt, besitzt die Zelle vier weit ausgreifende Flügel, und wie der Sagittalschnitt (Fig. 125 3) erweist, dringen Chromatophorenlappen in die durch Zwischenräume getrennten Flügelkammern ein. Im übrigen breitet sich das Chromatophor auf beiden Gürtelbändern in zahlreichen mannigfach gestalteten, durch schmale Zwischenräume zerteilten Vorsprüngen von beiden Schalseiten kommend bis zu einer frei bleibenden Mittellinie aus. Die Verbindung wird durch eine den Zellraum unterhalb des kernhaltigen Plasmabandes durchquerende Brücke zwischen den beiden Chromatophorenstücken aufrechterhalten. In den einzelnen Lappen liegt bei *Surirella calcarata* je ein Pyrenoid, das wenig hervortritt, bei anderen Arten fehlt es vollkommen.

In der schmalen Brücke wird bei der Zellteilung das Chromatophor von den einschneidenden Tochterschalen durchgeteilt. Die beiden Chromatophorenhälften kontrahieren sich darauf stark, ziehen alle Vorsprünge ein und an der mit *u* bezeichneten Stelle (Fig. 125 I) biegt sich das Chromatophor von der älteren Mutterschale ab und unter dem Kern hindurch schmiegt es sich der jüngeren neuen Schale an, um nach oben und unten auswachsend der Tochterzelle dieselbe Chromatophorenausrüstung zu geben, wie die Mutterzelle sie besaß. Es muß also die von Pfitzer angenommene flächenhafte Spaltung des Mutterchromatophors abgewiesen und durch das geschilderte naturgemäß verlaufende Chromatophorenwachstum ersetzt werden (Fig. 125 2).

So verschieden nun auch alle geschilderten Chromatophoren in ihren Umrißformen waren, alle stimmten darin überein, daß es sich um flächenhafte Bildungen handelte. Die einzige Ausnahme davon ist mir bei dem großen, mit bloßem Auge kenntlichen *Coscinodiscus rex* Wallich, der an der Grenze der Antarktischen Fänge der Valdivia-Expedition erhalten wurde, vorgekommen. Wie Fig. 126 zeigt, sind die zahlreichen Chromatophoren hier deutlich keilförmig gestaltet, etwa den Sektoren einer Apfelsine gleichend.

#### 4. Farbstoff der Diatomeen-Chromatophoren.

Es ist verschiedentlich von der Färbung der Diatomeenzelle gesprochen, die von hellem Gelb bis zu dunkelbraun wechselt, je nach Vorkommen und Arten. Selbstver-

ständig muß stets Chlorophyll als Grundlage des autotrophen Lebens der Diatomeen vorhanden sein, doch wird es von einem oder mehreren anderen Farbstoffen überdeckt. Dieser wird von Schütt als Diatomin bezeichnet, dessen Natur aber unsicher bleibt.



Fig. 125. *Surirella saxonica*. 1 Chromatophor vor der Teilung, 2 Nachwachsen der Chromatophorenhälfte in den beiden Tochterzellen, vergl. Text. (Nach G. Karsten [21].) 3 *S. calcarata*. Chromatophor fertig. (Nach Lauterborn [28].)



Fig. 126. *Coscinodiscus rex* Wallich. Dreidimensionale Chromatophoren aus dem Randteil der Schale. Zahlreiche kleine Öltröpfchen (500/1). (1/1 nach G. Karsten [24].)

Wahrscheinlich wird nach den Untersuchungen von Willstätter neben den das Chlorophyll stets begleitenden Farbstoffen Karotin und Xanthophyll auch das bei Phaeophyceen nachgewiesene Phycoxanthin oder ein diesem ähnliches Karotinoid in dem »Diatomin« enthalten sein. Bei der veränderlichen Färbung der Diatomeen selbst, der

verschiedenen Braunalgen (wie *Fucus* anders als *Ectocarpus*) und endlich der Dinoflagellaten wird man eine ganze Reihe  $\pm$  verwandter aber doch unterscheidbarer Farbstoffe erwarten dürfen. Nach neuen Untersuchungen von Harald Kylin (Über die karotinoiden Farbstoffe der Algen. Hoppe Seylers Zeitschr. f. Physiolog. Chemie, Bd. 166, S. 38, 1928) enthalten Diatomeen dieselben karotinoiden Farbstoffe wie die Phaeophyceen, nämlich Karotin, und 2 Xanthophyllmodifikationen (Xanthophyll und Phylloxanthin), Fucoxanthin  $\alpha$  und Fucoxanthin  $\beta$ .

### 5. Farblose, saprophytische Formen.

Wiewohl die Mehrzahl der Diatomeen vollständig autotroph lebende Organismen sind, verschmähen sie doch organische Nahrungsstoffe nicht. Sie kommen vielfach an Orten vor, wo allerlei Abfälle faulen, so ist der sogenannte »weiße oder tote Grund« der Kieler Förhrde, wo der Boden von *Beggiatoa*, u. a. auch der *Beggiatoa mirabilis*, bedeckt wird, eine reiche Fundstelle der schönsten Pleurosismen, die also mindestens derartige Stellen, wo organische Reste unter  $H_2S$ -Bildung zersetzt werden, nicht scheuen. So ist es nicht wunderbar, daß sich Diatomeen auch mit organischen Stoffen ernähren lassen, wobei (nach G. Karsten [22]) die Chromatophoren stark reduziert werden, was O. Richter (67) bestreitet.

Demnach ist es auch nicht verwunderlich, daß es Formen gibt, die ihre autotrophe Ernährung vollkommen aufgegeben haben und überhaupt keine Chromatophoren mehr besitzen. Verschiedene Angaben in der älteren Literatur zeigen, daß derartiges schon früher beobachtet worden ist, doch trat eine bestimmte Mitteilung zuerst von Pro-wazek (64) und im gleichen Jahre von Benecke (10) hervor. Dieser beobachtete eine von ihm als *Nitzschia putrida* bezeichnete Form in der Kieler Förhrde. Eine gleiche oder doch ebenfalls farblose *Nitzschia* lebt nun z. B. in dem Reservebassin der Zoologischen Station in Neapel, wo jede Bodenprobe reiche Mengen davon enthält. Eine ausführliche Bearbeitung hat die Form von O. Richter (67) erfahren.

Eine weitere noch kurz zu erwähnende Erscheinung ist das Auftreten der sogenannten »blauen Diatomee«, *Navicula ostrearia*, die zuerst von Ray Lankester gefunden, dann von Sauvageau beschrieben sich überhaupt in Bassins, wo Austern gezogen werden, einfindet. Der Farbstoff ist nicht an Plastiden gebunden, sondern färbt Plasma und Zellsaft und teilt sich den Austern, die die Diatomeen aufnehmen, mit. Damit mag dieser Anhang zur Behandlung der Chromatophoren abgeschlossen werden.

## D. Besondere Eigenschaften der beiden Unterfamilien in Lebensweise, Wachstum und Entwicklung.

In den bisher behandelten Abschnitten des allgemeinen Zellaufbaues war es meist noch möglich die Diatomeen einheitlich zu schildern, da sie trotz aller Verschiedenheiten im einzelnen, doch überall zahlreiche gemeinsame und nur ihnen eigentümliche Besonderheiten aufweisen. Von hier ab erfordern die beiden schon skizzierten Unterfamilien der Diatomeen eine getrennte Behandlung:

Die *Centrales* bestehen aus Zellen oder Zellreihen und -Ketten, die entweder direkt kreisförmige Schalenummrisse haben oder doch sich in ihrer Umrißform und Schalenzeichnung auf Kreise, Ellipsen und ähnliche Gestalten zurückführen lassen und bei zentrischer oder regelloser Oberflächenstruktur jeder Andeutung einer Raphe entbehren.

Die *Pennales* dagegen sind von echt zygomorphem Bau und ihre Schalen besitzen stets eine Raphe oder eine als Mittellinie fungierende Pseudoraphe oder doch eine Zeichnung, die sich auf eine, selbst vielleicht nicht deutliche oder gar fehlende, Mittellinie beziehen läßt.

Die *Centricae* sind vorwiegend im Wasser flutende Oberflächenformen, die *Pennatae* vorzugsweise Grundformen.

### 1. *Centrales*.

Mehr als bei den pennaten Grundformen ist das Vorkommen der zentrischen Formen und ihre Lebensbedingungen in der Zellenform zum Ausdruck gelangt. Daher ist zunächst einmal diese ihre Lebensweise zu erörtern. Die zentrischen Diatomeen leben zum weitaus überwiegenden Teil im Meere, nur wenige Gattungen mit allerdings z. T.

zahlreichen Arten sind im Süßwasser zu finden, während pennate Formen sich wohl annähernd in Süß- und Meerwasser der Zahl nach die Wage halten. Im Meere sind die *Centricae* wiederum weitaus überwiegend als schwebende Formen, als »Plankton« verbreitet, und so muß über die Lebensbedingungen der Planktonten einiges ausgeführt werden.

Das im »Meere schwebende Material an lebenden Organismen«, das V. Hensen als »Plankton« benannte, ist durch alle Tiefenschichten verbreitet, das Phytoplankton darunter aber, weil an das Licht gebunden, auf die oberen 200 bis zirka 400 m beschränkt. Dieses stetige Schweben in den oberflächlichen Schichten setzt gewisse Bedingungen voraus, die sich am einfachsten in der von Wolfg. Ostwald (51—53) aufgestellten »Planktonformel« ausdrücken lassen.

Diese geht von der Annahme aus, daß das »Schweben« ein sehr langsames, andauerndes »Sinken« sei, da der Organismus stets spezifisch schwerer sein wird, als das von ihm verdrängte Wasser. Diesem Sinken wirken entgegen einmal die innere Reibung des Mediums und zweitens der Widerstand, den die Form der Zelle dem Sin-

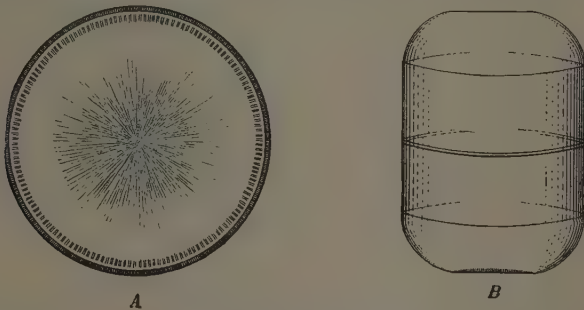


Fig. 127. A *Eithmodiscus japonicus* Castr. Schalenansicht (350/1). — B *E. wyvilleanus* Castr. Gürtelansicht (40/1). (Nach Castracane [3].)

ken entgegengesetzt. Eine Kugel sinkt schneller als eine flache Scheibe desselben Volumens und Gewichtes. So ergibt sich als kurzer Ausdruck der Verhältnisse die Formel:

$$\frac{\text{Übergewicht der Zelle}}{\text{Reibung} \times \text{Formwiderstand.}}$$

Lassen wir die Reibung des Mediums hier beiseite, so ist die Schwebfähigkeit abhängig von der Form der Zellen. Und so ergibt sich schon von vornherein die Wahrscheinlichkeit, daß die gesamten Diskoideen, soweit sie keinen besonderen Formwiderstand ausbilden, tiefer im Wasser ihre Ruhelage finden, als die mit langen Haaren, Borsten und Reihenbildung ausgerüsteten Zellen, z. B. der Solenoideen; während die Biddulphiodeen zum Teil großen Formwiderstand besitzen, sind andere Arten mehr massig entwickelt und liegen demnach tiefer im Wasser. Daraus ergibt sich der Unterschied zwischen Oberflächen- und Tiefenplankton; ist die Tiefe des Mediums nur gering, so legt sich das Tiefenplankton auf den Boden. Diese Unterscheidung ist auch bestätigt durch die von A. F. W. Schimper während der Deutschen Tiefsee-Expedition der »Valdivia« systematisch stufenweise durchgeführten Schließnetzfänge, die die genannten Tiefenformen in größter Menge in 100—150 m unter der Oberfläche aufwiesen, während darüber das durch stärkeren Formwiderstand höher schwebende Oberflächenplankton gefunden wurde. Schimper hat für Tiefenformen auch die Bezeichnung »Schattenflora« eingeführt; da diese Zellen ja in stark abgeschwächtem Lichte leben. Aus Beobachtungen ergibt sich, daß das gesamte zentrische Süßwasserplankton, dessen Formwiderstand nur schwach entwickelt ist, zur Schattenflora gehört, so daß es nur in tieferen Lagen schwimmt, und wo es etwa in Tümpeln usw. nach dem Abflauen der Überschwemmungen übrigbleibt, nur im Schatten der Ufergewächse sich lebend erhalten kann (70).

## 2. Zellformen der Centrales in ihren Beziehungen zum Formwiderstande.

Nachdem dies vorausgeschickt ist, kann die Formverschiedenheit ins Auge gefaßt werden.

Die Discoideen haben flache oder  $\pm$  gewölbte, meist kreisrunde Schalen, die bei den einfacheren Formen nur strichförmige oder in Perlschichten radial verlaufende Zeichnung besitzen; die Gürtelbänder werden teils sehr kurz, teils länger ausgebildet, so daß ein kurzer oder längerer Zylinder die Form wiedergibt. Hierher gehören die *Coscinodiscus*- und ihm ähnliche Formen (Fig. 127—129). Eine besonders große Form ist (*Coscinodiscus rex* Wallich =) *Antelminellia gigas* (Fig. 128), die wohl nur durch Entwicklung leichter Körper in ihrer Vakuolenflüssigkeit eine Schwebefähigkeit überhaupt erhalten kann; das mag Fett sein oder Anreicherung an Kohlensäure, wie es von Brandt (84) für Zooplanktonen nachgewiesen worden ist.

Die Schalenzeichnung ist besonders häufig in Form von Perlen oder Sechsecken ausgeprägt, daher kann Rand oder Mitte von der allgemeinen Zeichnung abweichend, eventuell auch scharf abgesetzt sein (Fig. 130, 131). Auch kann das Zentrum aufgewölbt

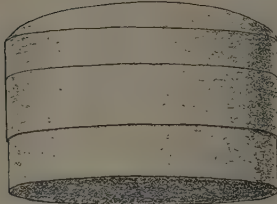


Fig. 128. *Antelminellia gigas* (Castr.)  
Schütt. Gürtelansicht (24/1).  
(Nach Schütt [73].)

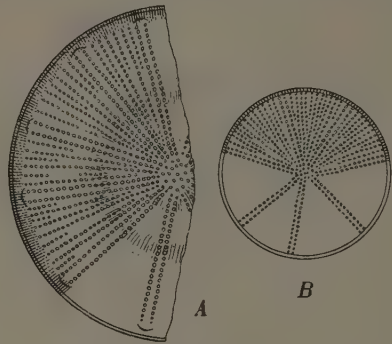


Fig. 129. *Coscinodiscus* (*Anisodiscus*) *Pantocsekii* Grun. A Obere Schale (Fragment);  
B untere Schale. (Nach Pantocsek [8].)

oder die Schalenfläche gewellt oder gegen den Rand vertieft sein. Über die Bedeutung der Perlreihen, wie sie so außerordentlich häufig bei zentrischen Formen auf den Schalen, oder bei Melosiren auf den Gürtelbändern (vgl. die folgende Erläuterung der Melosirenzelle) ist vielleicht die von O. Müller (46) bei den Perlreihen von *Epithemia Hyndmani* W. Sm. festgestellte Struktur anwendbar. Darnach sind diese Perlen oder Areolen kleine Kammern, die sich nach innen öffnen, nach außen aber von einer dünnen Membran überzogen sind. Neben diesen Perlareolen findet O. Müller je 4 feinste, auch mit stärksten Systemen kaum deutlich zu machende Punkte, die er für minimale Poren hält. Ob nun diese Deutung für die von ihm nicht untersuchten Perlen der zentrischen Formen gilt, kann mit Sicherheit nicht behauptet werden.

Besser steht es mit der Bedeutung der Sechsecke. Vielfach sieht man nämlich in der Mitte der einzelnen Sechsecke ein Pünktchen, das einer besonderen Struktur der Schale seine Entstehung verdankt. Wie O. Müller nachgewiesen hat (46) sind die Sechsecke Kammern, die sich nach innen papillenförmig vorwölben und nach außen durch eine zarte, homogene oder poroide Lamelle abgeschlossen sind. Diese dünnen Wandstellen sind also für osmotischen Austausch geeignet. Vielfach aber werden sie von feinsten sog. »Nadelstichporen« wirklich durchbrochen und daneben kommen auch noch »Leistenporenkanäle« vor, die, wie bei *Isthmia* an dem Schnittpunkt der Kammerwände, die Membran durchsetzen. Diese Durchbrechungen, die für den Stoffaustausch außerordentliche Bedeutung besitzen, müssen naturgemäß den Gürtelbändern fehlen, auch wenn diese eine scheinbar gleiche polygonale Felerung zeigen (Fig. 132 B).

Ein größerer Formwiderstand kann schon durch regelmäßig oder unregelmäßig geordnete Auswüchse erzielt werden, wie sie z. B. bei *Aulacodiscus* oder *Cerataulus* sich finden (Fig. 132 C). Diese Zitzen oder Buckel sind vielfach von feinen Poren durchsetzt, so daß sie gleichzeitig für den Stoffaustausch der gepanzerten Zellen von Bedeutung sind.

Die einfachste Art, zu einer den Formwiderstand erhöhenden Vergrößerung und besonders fadenförmigen Verlängerung der Gestalt zu gelangen, ist der stetige Zuwachs des Gürtelbandes, wozu zahlreiche discoide Arten in besonderem Maße befähigt sind,

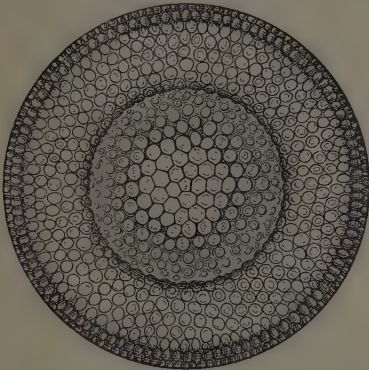


Fig. 130. *Craspedodiscus insignis*. A. Schm.  
(Nach A. Schmidt [1].)

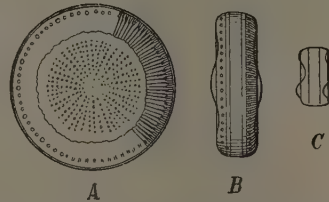


Fig. 131. A, B *Cyclotella comta* (Ehrenb.) Kütz.  
var. *affinis* Grun. — C *C. Kützingiana* Thw.  
(600/1). (Nach Van Heurck-Grunow [4].)

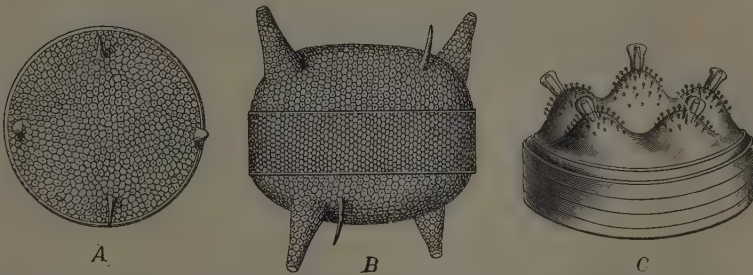


Fig. 132. Auswüchse der Schale. A, B Buckel-Hörnchen und Dorn auf der Schale von *Bidulphia* (*Odontella*) *Smithii* (Rop.) Van Heurck. A Schalen, B Gürtelansicht (600/1). — C Zitzen auf dem Gipfel der Buckelhügel einer Schale von *Aulacodiscus Petersii* Ehrenb. (var. *notabilis* Rattr.), die Zitzen von einem Porus durchbrochen. (A, B nach Van Heurck [4]; C nach A. Schmidt [1].)

wie die umstehende Figur einer jüngeren und einer stark verlängerten älteren Zelle von *Triceratium* zeigt (Fig. 133), die sich zur Auxosporenbildung anschickt.

Nach Beobachtungen aber, die ich in Neapel zu machen Gelegenheit hatte, leben diese schwerfälligen Formen, wie das abgebildete *Amphitetras* (Fig. 133), vielfach als Grundformen. So fand sich diese oder eine nahe verwandte Art massenhaft und in geradezu üppiger Entwicklung in einem die Felsen dicht überziehenden kurzen Rasen einer kleinen *Plumaria*-Art. Der Schatten, den die Form verlangt, war dadurch gewährt, daß die Felsen in einer Grotte lagen, die nur von einer Seite Licht einfallen ließ und gegen direkte Besonnung vollkommen geschützt war.

Besonders häufig ist für die Erhöhung des Formwiderstandes bei den Discoideen, wie auch sonst, eine Anordnung der Zellen in langen Ketten zu finden, indem die fortgesetzter Teilung entstehenden Zellen sich nicht isolieren, sondern aneinander haften

bleiben. Eine feste Verbindung kann dann durch Verzahnung der aufeinanderfolgenden Zellen herbeigeführt werden, oder durch Gallertausscheidungen der einander zugekehrten Schalen.

Ein typisches Beispiel für Verzahnung einer Zellkette ist in der schönen großen *Melosira* Sol G. K. von den Kerguelen gegeben (Fig. 134). Die Zellen sind in Schalenansicht kreisrund mit einem erhabenen Rand versehen, ungezeichnet. In Gürtelbandlage zeigen sie quincunciale Punktreihen und nahe dem Gürtelbandrande unregelmäßig liegende größere Punkte, die man für Poren halten darf. Der erhabene Rand ist glatt und gezähnt. Die Zähne sind teils stumpf und eingekerbt, teils spitz am betreffenden Rande ringsum gleichartig. Eine Zelle kann beiderseits spitze oder stumpfe Zähne tragen, nur muß stets ein spitzer Zahn in die Kerbe eines stumpfen Zahnes der Nachbarzelle eingreifen, womit ein fester Zusammenhalt der Kette gewährleistet ist. Hustedt (26 b) macht neuerdings auf eine ähnliche Verzahnung bei *Pinnularia Debesii* aufmerksam.

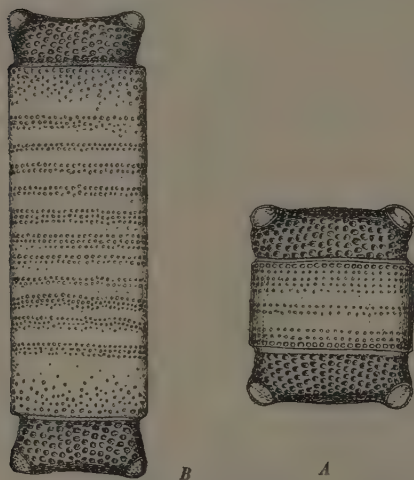


Fig. 133. Beispiel von Längenwachstum. *Triceratium* (*Amphitetras*) *antediluviana* Ehrenb. A Eine Zelle vor. B eine andere Zelle nach ausgedehntem Längenwachstum in Gürtelansicht (400/1). B in Vorbereitung der Auposorenbildung. (Nach W. Smith [2].)

ben, da ein Formwiderstand nicht erforderlich ist. — Wesentlich größer als die zierliche *Skeletonema* ist die hier abgebildete *Stephanopyxis turris*, im Aufbau und Verbindung der Zellreihen der *Skeletonema* vollkommen gleichend. Die hier erheblich weiteren Kieselröhrchen sind rings im Umkreise dem Schalenrand mit verbreiteter Basis eingefügt (Fig. 135).

Auf den ersten Blick sehr viel einfacher scheint die Aneinanderheftung der aufeinanderfolgenden Zellen durch ein Gallertpolster zu sein, wie viele *Melosira*-Arten sie besitzen (Fig. 136). Doch ist dafür erforderlich, daß die gegeneinandergekehrten Schalen mit großen Gallertporen durchlöchert sind, durch welche die Gallertmassen austreten und sich miteinander verbinden können. Diese *Melosira*-Arten sind dadurch nun auch befähigt, sich an Steinen oder Wasserpflanzen mit ihren Gallertausscheidungen zu befestigen (Fig. 136 B), so daß sie auf diese Weise zu typischen zentrischen Grund- resp. Schattenformen werden.

Von besonderem Interesse ist nun die in Java aufgefundene *Melosira undulata* Ktzg., einmal weil sie mit einer europäischen, nur fossil bekannten Form übereinstimmt (43 a), dann aber auch, weil die Zellen dieser Art scheinbar an jeder beliebigen Stelle der Zelle Stiele hervorbringen können, ja eine Zelle mehrere davon besitzen kann. Da die Schale

Die Endzellen der Kette sind abweichend geformt, worauf in anderem Zusammenhang zurückzukommen ist. Chromatophoren liegen nur an dem langsam nachwachsenden Gürtelbände. Sie sind von eigentümlicher Form einem beiderseits eingerollten Pergamentblatt ähnlich: Im Zellquerschnitt sind sie schmalen Platten vergleichbar (Fig. 134). Von besonderem Interesse sind diejenigen Kettenbildungen, welche ihre Zellen durch aufeinander treffende Kieselröhrchen verbinden. Diese Röhrchen sind mit Plasma erfüllt, so daß sie nachwachsen können. Gleichzeitig entsteht damit — etwa den Plasmodesmen höherer Pflanzen vergleichbar — eine Plasmaverbindung durch die ganze Kette hindurch, so daß sie, wie ein einheitlicher Plasmakörper, zu reagieren vermag. Das bekannteste Beispiel dafür ist *Skeletonema costatum* bei der je nach der schwebenden oder ruhig auf dem Boden liegenden Zellreihe die Kieselröhrchen lang auswachsen können und so den Formwiderstand erhöhen, oder im anderen Falle bei sehr viel häufiger erfolgender Teilung (ausgiebigem Wachstum) ganz kurz bleiben.

nur am Rande Poren führt, die zur Gallertausscheidung befähigt sind, so scheint mir die Sache sich so zu erklären, daß von diesen Poren aus die Gallerte über die Schale hinfließt und, wo sie mit einer anderen Zelle der gleichen Art zusammentrifft, erhärtet und zum Stiele wird; denn nur bei solcher gegenseitigen Berührung erfolgt Stielbildung, oder

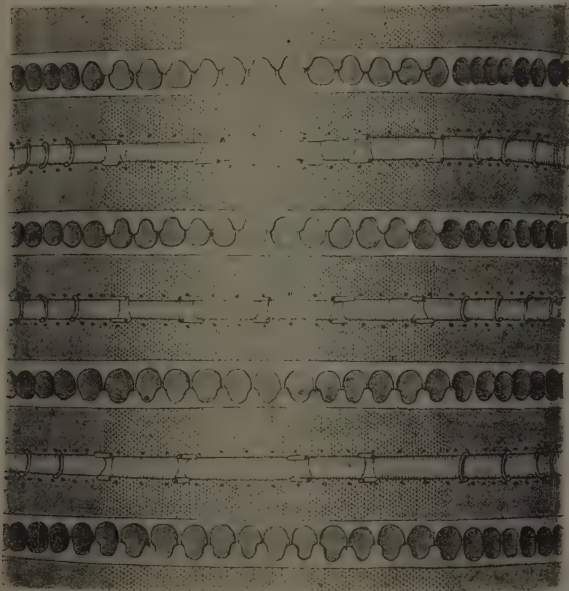


Fig. 134. *Melosira Sol. G. K.* Gürtelansicht einer Kette aus 3 Zellen (800/1). (Nach G. Karsten [24]. aus Oltmanns.)

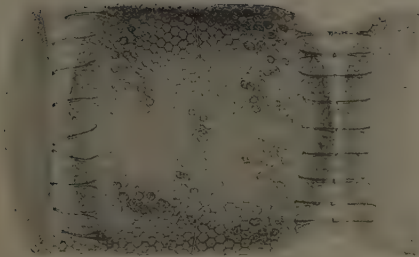


Fig. 135. *Stephanopyxis Turris* (Grev.) Ralfs (400/1). (Nach G. Karsten [24].)

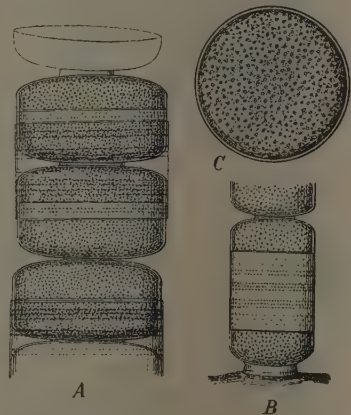


Fig. 136. *Melosira Borrii* Grev. A Mittelstück aus einer Kette; B Endstück einer Kette mit Gallertstiel auf *Polysiphonia* befestigt (400/1); C Schalenansicht (600/1). (A, B nach W. Smith [2]; C nach Van Heurck [4].)

auch im Auftreffen auf schlammigen Detritus. Leider ist diese Vermutung nicht vollkommen bewiesen, da O. Müller (43 a), der die Form bearbeitet hat, nur über konserviertes Material verfügen konnte, während für eine Aufklärung dieser Fragen lebende Zellen notwendig gewesen wären.

Schließlich ist es von Interesse, die Bildung der neuen Schalen nach einer Zellteilung bei den Diskoideenzellen verfolgen zu können, da damit neue Aufschlüsse gewonnen werden. P. Schmidt (70) konnte bei *Melosira varians* die Beobachtung machen, daß die Ausbildung der Schale anders erfolgt, als man einer fertigen Zelle entnehmen würde. Es wird zunächst die kaum gewölbte Wand, die die Gallertporen enthält ausgeschieden (Fig. 137 PP); darauf werden die Ecken (KE) besonders stark verdickt und an diese setzt dann das im Längsverlauf liegende Stück an, das man bisher zur Schale rechnete. Nun läßt sich die Beobachtung machen, daß der Porendeckel in den Kiesecken vielfach glatt abgesprengt wird, so daß man ihn isoliert findet und ebenso Zellen trifft, die dieses Deckels entbehren. Demnach schließt Schmidt, daß nur diese Porenplatte (PP) der eigentlichen Schale entspreche, der später an die Kiesecken (KE) ansetzende Zylinderteil dagegen dem Gürtelbande (GB). Demnach wäre das, was bisher hier als Gürtelband gedeutet wurde, in dessen Schutze die Neubildung vor sich geht, als Zwischenband zu bezeichnen. Damit wäre von den Diskoideen, die der Zwischenbänder sonst meist entbehren, eine Brücke zu den Solenoideen geschlagen.

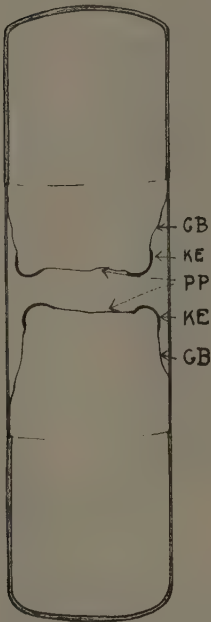


Fig. 137. *Melosira varians* (1200/1). Schalenbildung. PP Porenplatte, KE Kiesecken, GB Gürtelband. Schalenneubildung innerhalb der Zwischenbänder. (Nach P. Schmidt (70).)

Betrachtet man einen *Coscinodiscus* genauer, so ist hier das Zutreffende dieser Erklärung Schmidts völlig klar. Nur die  $\pm$  gewölbte Platte entspricht der Schale, der Falz liegt an der Kante und alles in Profilsicht Erkennbare ist das Gürtelband. Die Verhältnisse bei *Melosira* sind davon nur durch die bisher angenommene auffallende Länge des »Gürtelbandes« verschieden. Die Beobachtung nun, daß hier ein »Zwischenband« vorliegt, läßt den Zusammenhang von *Coscinodiscus* und *Melosira* klarer hervortreten vgl. *Gossleriella* (Fig. 139, 2).

Endlich sei noch eine besondere Art der Erhöhung des Formwiderstandes angeführt, daß nämlich die diskoide flache Zelle mit einem Schwebemantel ausgerüstet wird, wie es *Planktoniella* Sol Schütt und. (*Valdiviella* Schimper) = *Pl. formosa* G. K. und *Gossleriella tropica* Schütt in etwas verschiedener Weise zeigen. Da dabei wichtige Einblicke in den Aufbau diskoider Zellen gewonnen werden, muß etwas ausführlicher darauf eingegangen werden.

Die fertige Zelle von *Planktoniella* Sol (Fig. 138, 1 A) gleicht in der Schalenzeichnung und auch in ihrer Größe einem *Coscinodiscus excentricus*, doch ist die Zelle von einem Schweberrande umgeben, der aus kleinen, durch radiale Wände voneinandergetrennten — anscheinend inhaltslosen — Kämmerchen besteht. Das Zellenprofil zeigt, daß die Zelle flach ist und etwa einem sehr niedrigen Zylinder gleicht (Fig. 138 1 A, B). Der Schweberrand muß naturgemäß auf dem Gürtelband der äußeren, größeren Schale (Schachteldeckel) sitzen, die kleinere Innenschale kann keinen Schweberrand haben. Aus der Beobachtung sehr reichlichen Materials ergab sich, daß das Verhältnis von Flügel und Schale außerordentlich variabel ist und zwar wechselt das Durchmesser Verhältnis von Flügel zu Schale von  $\frac{3}{4}$  bis  $\frac{3}{2}$ . Ferner zeigten Bilder (wie Fig. 138 6), daß Veränderungen innerhalb der Kämmerchen vorgehen, die ohne Mitwirkung eines darin enthaltenen lebenden Plasmakörpers kaum erklärbar scheinen. Endlich aber ist die Überlegung anzustellen: Wie gelangt bei Zellteilung die kleinere der beiden Tochterzellen in den Besitz eines Schweberrandes, während die größere ja den Mutterzelle erhält, und zum Schluß fragt sich, ob ein derartiger Schweberrand, der von Generation zu Generation vererbt ist, nicht schließlich derart abgebraucht wird, daß er seiner Funktion nicht mehr zu genügen vermag.

Auf diese Fragen geben folgende Beobachtungen Antwort. Bilder wie Fig. 138, 2 zeigen, daß an den flügellosen Schalen aus großen Randporen Protuberanzen hervorstehen, die aus Gallerte oder Plasma bestehen müssen. Fig. 138 3 zeigt, daß zwischen diesen Protuberanzen sich eine lückenlos ringsumlaufende Masse ergossen hat, die man nur als »extramembranöses« Plasma ansprechen kann. Es kann kein Zweifel sein, daß

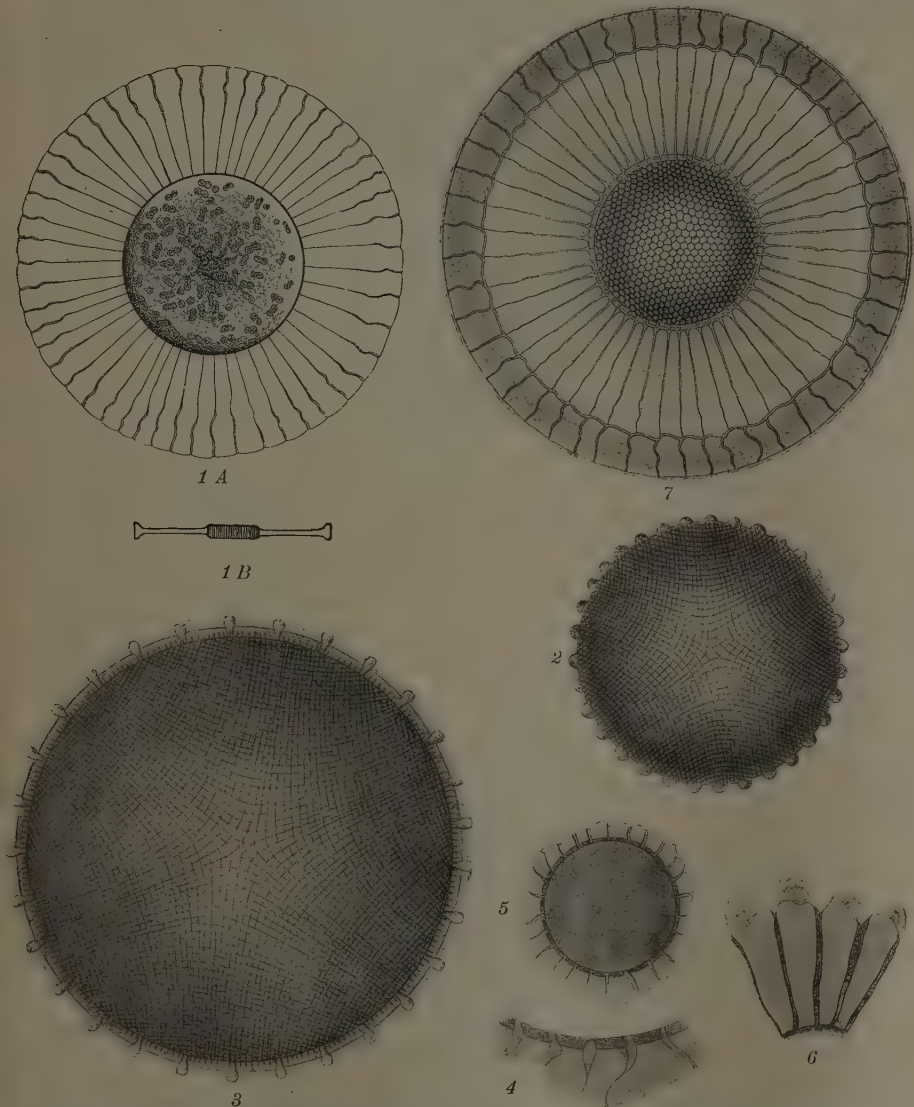


Fig. 138. *Planktoniella* Sol Schütt. 1 Normale Zelle A in Fläche und B in Profil. 2 Innenschale in Bildung eines neuen Schwebeflügels begriffen, nachdem sie zur Außenschale des Tochterindividuums geworden ist. 3-6 weitere Stadien dieser Flügelentwicklung. 7 Abwerfen des alten Flügels.

(1 nach Schütt [3]; 2-7 nach G. Karsten [24]; 2, 3, 4, 6 1275/1, 7 300/1, 5 875/1.)

die Protuberanzen die Anlage der Kammerradialwände sind, und das zwischen ihnen lückenlos vorhandene »extramembranöse« Plasma zum Aufbau der Kämmerchen Verwendung findet. Die Stadien 4 und 5 derselben Figur 138 sind weiter vorgeschritten; die Kämmerchen sind angelegt, die Radialwände freilich noch nicht zu der späteren gleichmäßigen Stärke gelangt, sondern an den Außenenden noch stark verjüngt, also in erster unverdickter Anlage begriffen. Ebenso sind die Kämmerchen noch unfertig, der Außenrand ungleichmäßig und vielleicht noch nicht aus endgültiger Wandsubstanz, sondern in Umwandlung des Plasmas in Wandsubstanz begriffen. So würde also aus extramembranösem Plasma, das sich alsdann wohl ins Innere der Kämmerchen, die es gebaut hat, oder durch die Randporen in die Zelle zurückziehen dürfte, der Schwebeflügel gebildet. Und es wird verständlich, daß auch später noch das in den Kämmerchen erhalten gebliebene Plasma die Wände weiter hinauszuschieben vermag (Fig. 138, 6).

In ganz derselben Weise wird nun auch die Bildung eines neuen Schweberandes erfolgen müssen, der den alten, nachdem er vielen Generationen als Schwebemittel gedient hat und etwas verschlissen ist, ersetzen soll (Fig. 138 7). Diese Entwicklungsgeschichte erst läßt die Schwebeflügelbildung, die übrigens für *Planktoniella* (*Valdiviella*) *formosa* (Schimper) G. K. in gleicher Weise erfolgen muß, verstehen.

Die von Schütt zuerst aufgefunden und benannte *Gossierella tropica* Schütt (Fig. 139, 1) ist eine der schönsten Diskoidenformen. Ihr Schweberand wird aus groben weiter auseinanderstehenden Stacheln gebildet, in deren Zwischenräumen zahlreiche, äußerst feine, ebenso radial ausstrahlende Wimperstacheln stehen. Auch hier ist dieser Stachelkranz naturgemäß der Außenschale, und zwar ihrem auf die Gürtelseite verschobenem Rand, angeheftet. Die Neubildung für die kleinere der Tochterzellen — nach jeder Zellteilung, während die größere den mütterlichen Stachelkranz übernimmt — erfolgt lange vor Bildung der neuen Schalen der Tochterzellen auf der Oberfläche der bis dahin kleineren Schachtelschale. Und zwar stehen die starken Borsten in direkter Verbindung mit dem Innenplasma, sie sind röhrenförmig und ihr Innenraum mit Plasma erfüllt, dem sie ihre Bildung verdanken. Die zwischen ihnen stehenden Wimperstacheln dagegen haben keinen röhrenförmigen Bau. Sie können nicht vom inneren Plasma aus aufgebaut werden. Ihre Entstehung geht aus Fig. 139, b hervor. Man sieht auf der Oberfläche dieser inneren kleineren Schale zwei schwache, dem Umfang konzentrische Kreise. Sie deuten einen Überzug von extramembranösem Plasma an, das sich bis zu diesen Grenzen über die Schale ergossen hat und von diesem Plasma werden die zarten Wimperstacheln ausgebildet. Beide Arten von Stacheln liegen also auf der Schachtelschalenoberfläche. Der äußere der beiden konzentrischen Kreise besteht bereits aus einer unmeßbar dünnen Membran, der innere aus noch erhaltenem Plasma. Die beiden Stachelformen werden von jener unmeßbar dünnen Membran festgehalten. Die stärkeren Borsten sind vermöge ihres inneren Plasmagehaltes über die konzentrischen Ringe hinausgewachsen. Bei der Trennung der beiden neuen Tochterzellen ist die feine Membran vergangen, die Stacheln sind frei. Sie stehen am äußersten Schalenrand, der etwas über die Schale aufragt. Durch nachträgliches Randwachstum der Schale werden die Stacheln erst aufgerichtet, alsdann über die Kante auf die Gürtelseite geschoben und müssen daher hier radial ausstrahlen. Es sei ausdrücklich bemerkt, daß das von Schütt für das Peridineenwachstum angenommene »Extramembranöse Plasma« für die Diatomeen nur in diesen ausführlicher behandelten Formen nachweisbar ist, für alle übrigen Fälle spielen sich die Diatomeenwachstumsvorgänge innerhalb der Zellen, oder jedenfalls innerhalb des von den Gürtel- resp. Zwischenbändern bei Zellteilung umschlossenen Raumes ab.

Die *Solenoiden* zellen sind durch die große Zahl von Zwischenbändern ausgezeichnet, die ihre Gestalt außerordentlich verlängern und dadurch ihnen einen hohen Formwiderstand zu verleihen in erheblichem Maße beitragen. Diese Zwischenbänder können ringförmig oder schuppenförmig sein; 1) die ringförmigen umlaufen den Umfang quer und sind entweder geschlossen oder offen, 2) bei den schuppenförmigen entfallen 2 oder 3) zahlreiche Schuppen auf einen Transversalschnitt. Die 1. Formen werden als *Annulatae*, die 2. Formen als *Genuinae*, die 3. als *Squamosae* bezeichnet. Die Schalen sind  $\pm$  kreisrund und flach oder gewölbt entweder apolar oder unipolar und dann in eine  $\pm$  starke und lange Spitze ausgezogen. Chromatophoren in allen Fällen unbestimmt viele.

Als Beispiel für apolare annulate Formen sei *Dactyliosolen meleagris* G. K. (Fig. 140 a) vorangestellt. Die Ringe sind offen, die Schalen vollkommen flach. Die Ober-

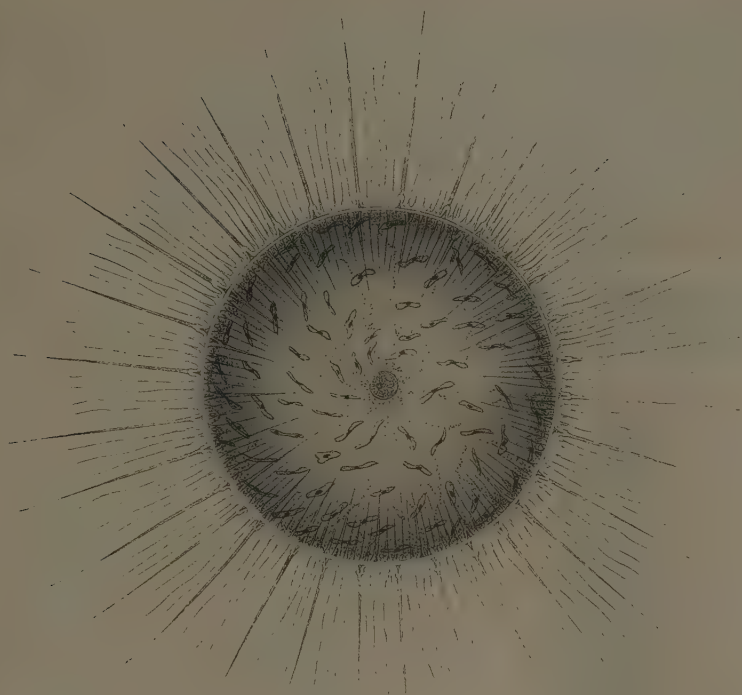
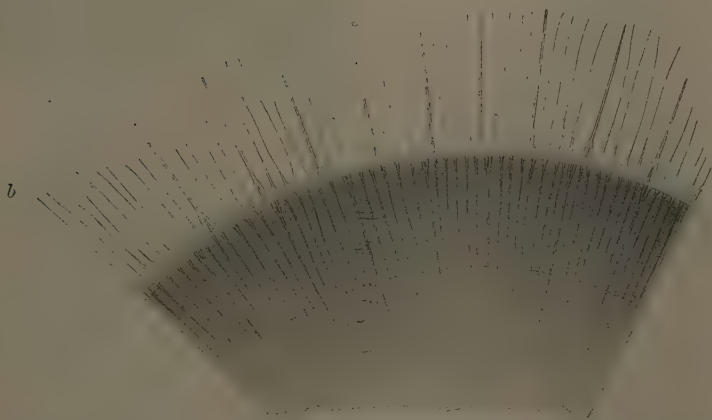
*a**b*

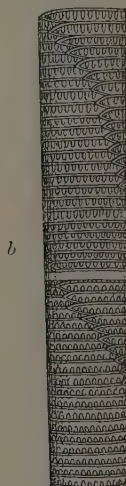
Fig. 139. *Gosslerella tropica* Schütt. *a* Zelle (500/1), *b* Entstehung des Stachelkranzes (500/1).  
(Nach G. Karsten [24].)

flächenstruktur der Ringe liegt in gefelderten Reihen, deren Grenzen sich in den benachbarten Ringen etwa um die halbe Felderbreite verschieben. Die Oberflächenzeichnungen wohl aller Solenoidenzellen sind von auffälliger Zartheit und nur bei stärksten Vergrößerungen wahrnehmbar. *Dactyliosolen antarcticum* gehört zu den weitaus größten und ist mit Areolen, nicht mit Feldern gezeichnet (Fig. 140 b). *Lauderia borealis* Gran. ist ebenfalls den *Annulatae* zuzurechnen, die Ringe sind geschlossen. Die Schalen sind durch ein kleines Dörnchen an einer beliebigen Stelle leicht unsymmetrisch. Am Schalenrande entspringen ringsum Kieselröhrchen, wie sie von *Stephanopyxis* und *Skeletonema* geschildert wurden. Chromatophoren unregelmäßig geformt, zahlreich.

*Corethron Valdiviae* (Schimper) G. K. Die eigenartige Gattung *Corethron* (Fig. 142 1—6) ist mit halbkugelig gewölbten Schalen versehen, die oberflächlich sehr fein bestachelt



a



b

Fig. 140. a *Dactyliosolen meleagris* G. K. (250/1). (Nach G. Karsten [24].) — b *D. antarcticum* Castr. (375/1). (Nach Castracane.)

sind. An den Schalenrand setzt ein sich deutlich abhebender Ring an, der die charakteristischen langen gezähnten Borstenhaare trägt. Ring und Borsten sind an beiden Schalen verschieden. Steht die Zelle derart, daß der Ring mit auswärtsspreizenden Borsten abwärts gekehrt ist (Fig. 142 4), so erkennt man, daß das ringförmige Zwischenstück am Schalende ein wenig enger ist als am Gürtelbande. Demnach hat die Zelle einen etwas größeren Querschnitt im Gürtel- und Zwischenbandteil als in der Schale. Dies Verhalten wird aber dadurch verdeckt, daß in der Mitte dieses ringförmigen Zwischenstückes ein kragenartiger Aufsatz ringsum läuft, der dem Gürtelbande entspricht und den dahinterliegenden Ansatz der Schale an das Zwischenband fast überdeckt. Der freie, von der Schalenwölbung etwas abstehende Rand dieses Kragens ist mit einer je nach



Fig. 141. *Lauderia borealis* Gran. 750/1. (Nach G. Karsten [24].)

dem Querdurchmesser der Zelle wechselnden Zahl von Einbuchtungen versehen (12—20) und in jeder Einbuchtung ist eine der langen Borsten (300  $\mu$  an gemessenen Exemplaren) befestigt. Sie bestehen aus einem mittleren Kanal, dessen vorhandenes oder bereits verbrauchtes Plasma die Borste aufgebaut hat und der bis in die äußerste Spitze hinaufgeht, und aus einem hyalinen Saum mit den scharfen Zähnen. Das Zwischenband mit einem Kragen mag als »Zackenkrone« bezeichnet werden.

An der oberen Schale ist der Zwischenring ebenso gebaut. Die Zahl der Borsten pflegt an beiden Schalen die gleiche zu sein, doch sind diejenigen der oberen Zackenkrone abwärts, also im Sinne der Zelle und wenig auswärts gerichtet, so daß der hyaline Saum, dessen Zähne hier wieder scharf sind, seine der Anlage nach innere Seite nach außen kehrt. Abwechselnd mit diesen Borsten kommen hier aber noch eigenartige »Fangarme« zur Entwicklung, die in ebensolchen Nischen des Ringkragens befestigt sind. Die Fangarme besitzen eine breite Insertion (Fig. 142 1, 2, 3, 6), einen je nach der Größe der Zelle 25—100  $\mu$  langen hohlen Stiel und je zwei einer Vogelkralle ähnlich ge-

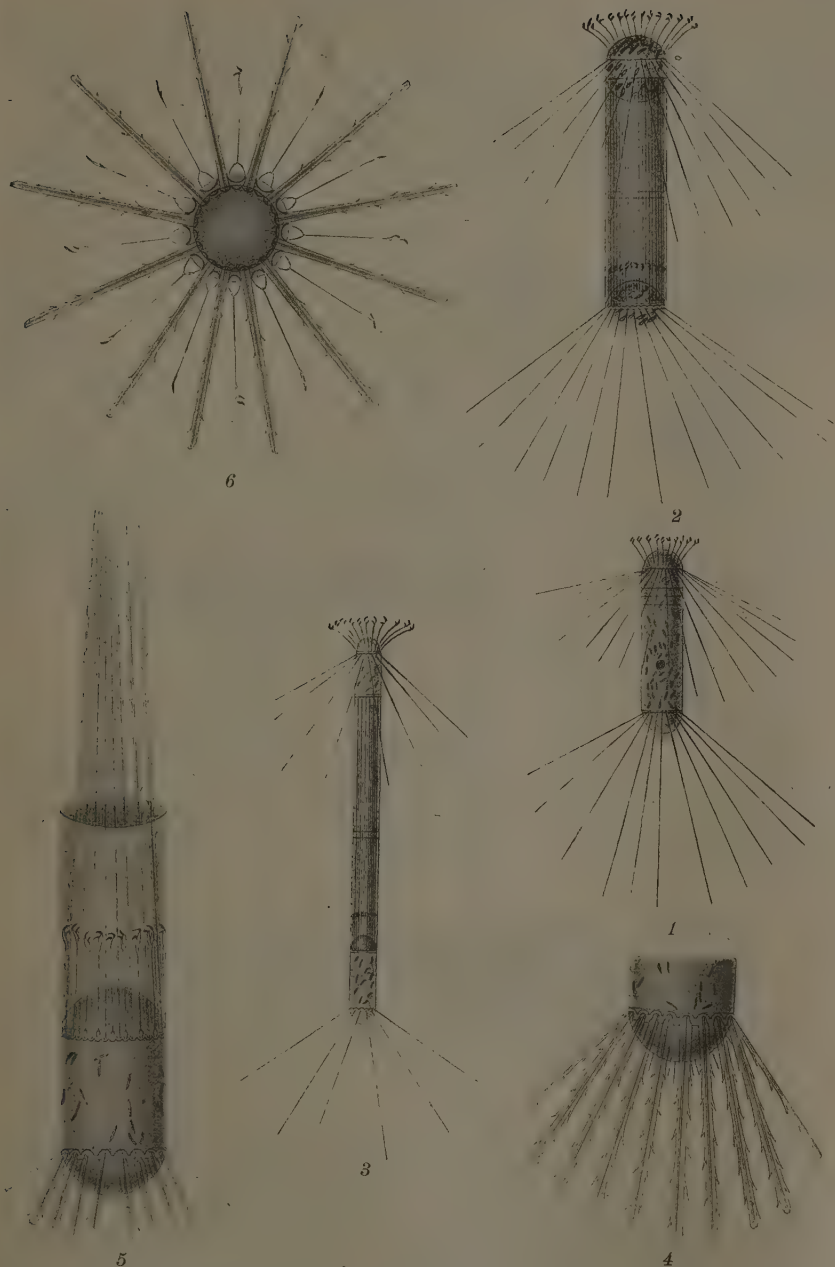


Fig. 142. *Corethron Valdiviae* (Schimper) G. Karsten [24]. 1–3 Ganze Zellen in verschiedenen Stadien vor und nach der Teilung, 4 Unterschale mit Borstenansatz, 5 Oberschale innerhalb des Gürtelbandes einer älteren Unterschale, 6 Oberschale in optischer Aufsicht. (1, 2 100/1, 3 250/1, 4 266/1, 5, 6 533/1.) (Nach G. Karsten [24].)

bogene, am Grunde hohle, feste und scharfe Haken, die mit breiterem Verbindungsband dem Stiele angeheftet sind.

Die Gürtelbänder dieser Zellen scheinen zunächst einfach, doch kann man bei sehr starker Vergrößerung und gutem Auflösungsvermögen der Linse den Aufbau aus Schuppen erkennen, die rhombische Gestalt haben, und von denen mindestens zwei auf einen Transversalschnitt kommen, so daß man einen squamosen Bau annehmen darf. Chromatophoren sind in Form kleiner länglicher Körper zahlreich im Plasma verstreut, oder um den Kern gelagert.



Fig. 143. *Rhizosolenia styliiformis* Br. Endstück einer Zelle mit schuppenförmigen Zwischenbändern.  
(Nach O. Müller [41].)

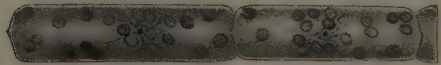


Fig. 144. *Rhizosolenia delicatula* Cleve (655/1).  
(Nach G. Karsten [24].)

durch Nachwachsen an der Basis um fast  $180^\circ$  krümmen müssen, um ihre richtige Lage zu erhalten.

Die Gattung *Rhizosolenia* ist bei weitem die umfangreichste und im Plankton verbreitetste der ganzen Solenoideen. Die Schalen sind hier, von ganz wenigen Formen (*Rh. simplex* n. sp. und *Rh. Torpedo* n. sp.) abgesehen, stets asymmetrisch, sie laufen in ein schief aufgesetztes hohles Horn oder Stachel sehr verschiedener Länge aus, der an die ringförmigen oder meist schuppenförmigen Zwischenbänder grenzt. Die Schuppen sind meist kurz oder lang trapezförmig.



Fig. 145. *Rhizosolenia crassa* Schimper. (111/1). (Nach G. Karsten [24].)

*Rhizosolenia styliiformis* (Fig. 143, 146). Ausmaße 16—100 : 448—1000  $\mu$ . Erstere Figur zeigt das Zellende in Bauchseite (d. h. Stachel median und Narbe der Schwesterzelle oben) die Schuppenzeichnung hat feine Punktreihen in quincuncialen Reihen; zwei Schuppen auf dem Transversalschnitt. Die Zellteilung (Fig. 146) zeigt beide Zellen in Flankenansicht, die Schuppengrenzen treten als Zickzacklinien hervor. — *Rhizosolenia delicatula* Cleve (Fig. 144) mit ganz kurzem Horn läßt eine Schuppenzeichnung überhaupt kaum erkennen, sie ist ringförmig, die Chromatophoren rundliche Scheiben in größerer Zahl. *Rhizosolenia crassa* Schimper in einer kurzen Kette (Fig. 145), zeigt ein längeres bis in die scharf ausgezogene Spitze hohles Horn und richtig squamose Schuppen mit feiner quincuncialer Punktierung. Ihre Ausmaße 140—250 : 950  $\mu$  recht-

fertigen den Namen, 4–5 Schuppen von niedriger rhombischer Form finden sich auf dem Transversalschnitt. Die Chromatophoren sind winzige Körnchen in großer Zahl.

Die Zellteilung (Fig. 147) ist von Schütt an der mit auffallend langem Stachel versehenen *Rhizosolenia Hensenii* Schütt genauer verfolgt. Der Plasmakörper zieht sich nach erfolgter Kernteilung weit zurück, und an der freien Oberfläche wird zunächst (Fig. 147 1, 2) der Stachel ausgeschieden, während die Schalenform noch nicht fertig ist, auch diese wird nach und nach an den Stachel anschließend ausgebildet, ist also, wie Schütt ausdrücklich hervorhebt, an der Spitze früher fertiggestellt als an der den Zwischenschuppen angrenzenden Basis. — Der Formwiderstand der Rhizosolenien wird demnach durch die erhebliche Länge der Zellen bedingt und er wird wesentlich vergrößert durch das Aneinanderhängen in langen aus vielen Zellen bestehenden Ketten. Dabei ist die Zellwandung, besonders der Zwischenbandschuppen, von äußerster Zartheit, daher sehr geringem Gewicht und schneller Vergänglichkeit; sie löst sich vollkommen nach Absterben der Zelle auf, nur die etwas festeren Schalen und ihre Stacheln gelangen bei nicht zu großer Meeres Tiefe auf den Boden.

Besonderer Erwähnung wert ist, daß es (24) gelungen war, für *Rhizosolenia robusta* ein nachträgliches Wachstum der Schale wahrscheinlich zu machen, wie es sonst ja bei Diatomeen ausgeschlossen bleibt. Die Schalen bestehen hier aus in der Spitze zusammenlaufenden schmalen gleichschenkligen Dreiecken, deren Basis an die Zwischenbänder ansetzt. Da nun einige dieser Dreiecke unvollständig waren, indem sie wohl an der Basis auftraten, aber verschieden weit gegen die Spitze sich erstreckten,



Fig. 146. *Rhizosolenia styliformis* Brightwell. 332/1. (Nach G. Karsten [24].)

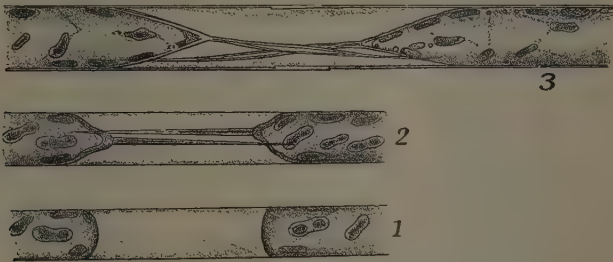


Fig. 147. *Rhizosolenia Hensenii* Schütt. Verschiedene Teilungsstadien. (Nach Schütt [77], aus Oltmanns.)

so war daraus zu folgern, daß sie, ebenso wie die annulaten Zwischenbänder, neu eingeschobenen Stücken entsprechen dürften, die also den Querdurchmesser langsam zu erweitern imstande waren. Da bei den langgestreckten Zellen die beiden Schalen dieselben Möglichkeiten hatten, sich vielleicht auch weniger genau zu entsprechen brauchten als bei den nur wenig in die Länge (der Pervalvarachse = Längsachse) wachsenden pennaten Formen, war die Wahrscheinlichkeit eine gut begründete.

Biddulphioiden sind auf zentrische Formen zurückführbare pseudozygomorphe Zellen von elliptischem oder polygonalem Querschnitt von sehr verschiedener Gestalt. An den Ecken vielfach mit langen Auswüchsen versehen.

Die Gattung *Chaetoceras* ist durch kurze büchsenförmige Zellen ausgezeichnet, die elliptischen Transversalschnitt besitzen. Jede Schale läßt an den Schalenpolen oder in deren Nähe 2 lange Hörner hervorbrennen, die dadurch, daß die Hörner der benachbarten Zellen an ihren Kreuzungsstellen miteinander verwachsen, die Zellen zu Ketten verbinden. Die Zellen einer Kette können alle gleich sein oder einige Zellen, meist die Endzellen, sind verschieden ausgebildet. Einzelne pyrenoidführende Chromatophoren oder zahlreiche pyrenoidlose, die dann auch in die Hörner einwandern, sind zu sehen.

*Chaetoceras indicum* G. K. (Fig. 148). Die dreizellige Kolonie ist durch kleine Zäpfchen, die am Grunde der mächtigen Hörner zur Nachbarschale hinüberwachsen und sie miteinander verbinden, ausgezeichnet; so ist hier die Verbindung nicht nur durch Verwachsung der gleichsinnig abwärts gerichteten Borsten gewährleistet. Die Borsten führen kleine Chromatophoren und sind durch dichtstehende, ebenfalls abwärts gerichtete Härchen in ihrem Formwiderstand wesentlich unterstützt. Zu der Breite der Zellen von  $30\ \mu$ , steht die Länge der Hörner mit  $250\text{--}300\ \mu$  in einem für das Schweben in den obersten Wasserschichten ( $5\text{--}20\ \text{m}$ ) sehr günstigen Verhältnis.

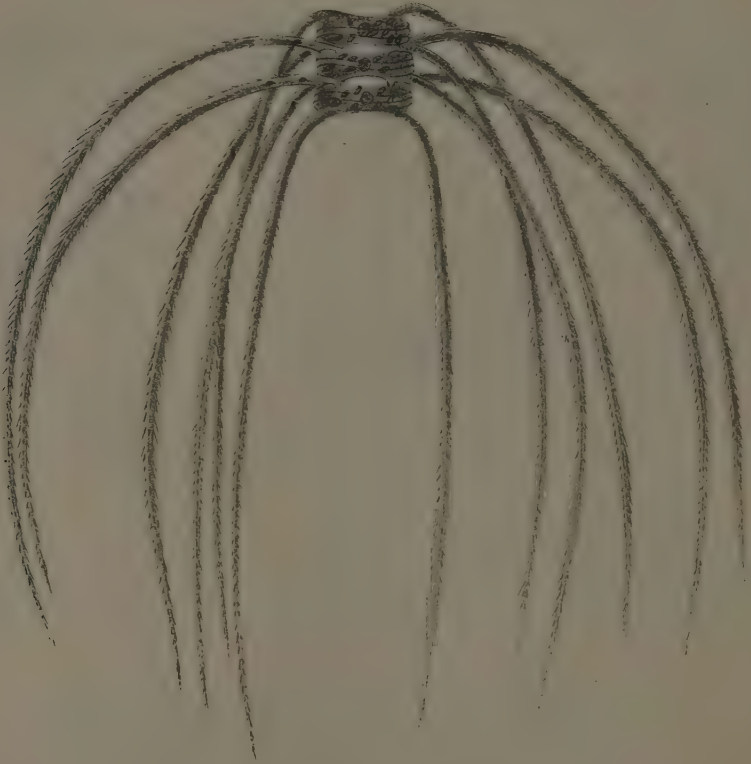


Fig. 148. *Chaetoceras indicum* (333/1). Drei Zellen zu einer kleinen Kette vereinigt. Zahlreiche Chromatophoren und ein Kern in jeder Zelle kenntlich. Die lang abspreizenden Hörner verwachsen an ihrer Basis, wo sie einander kreuzen, und halten damit die Kette zusammen. Die zarten Härchen der Borsten dienen zur Vergrößerung des Formwiderstandes. (Nach G. Karsten [24].)

In den Zellreihen von *Chaetoceras*-Arten findet sich vielfach eine besondere Ausbildung der Endzellen der Kette, die viel stärkere Borsten entwickeln und ihnen eine weiter abspreizende Stellung geben. Das ist z. B. bei dem mit 6—10 größeren pyrenoidlosen Chromatophoren ausgestatteten *Chaetoceras dicladia* Castr. (Fig. 150) der Fall, dessen Borsten ganz auf die Schalencken verschoben sind, während sie bei *Ch. indicum* unweit der Schalenmitte entspringen. Das nur einen pyrenoidführenden Chromatophoren besitzende *Chaetoceras furca* Cleve hat neben ganz zarten und kurzen Borstenhaaren große, auf lange Strecken verwachsene Borstenpaare, die sich am Ende mit eleganter Krümmung gabeln. Diese Gabelborsten pflegen nicht an Kettenendzellen zu

stehen, sondern sind über die ganze Kette beliebig verteilt (Fig. 149). Das früher (Fig. 102) als Beispiel der Zellkolonien angeführte *Chaetoceras sociale* bildet eine Borste jeder Zelle außerordentlich lang aus und vereinigt alle diese langen Borsten in

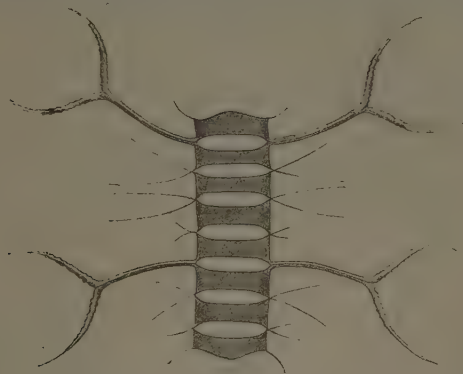


Fig. 149. *Chaetoceras furca* Cleve (250/1). (Nach G. Karsten [24].)

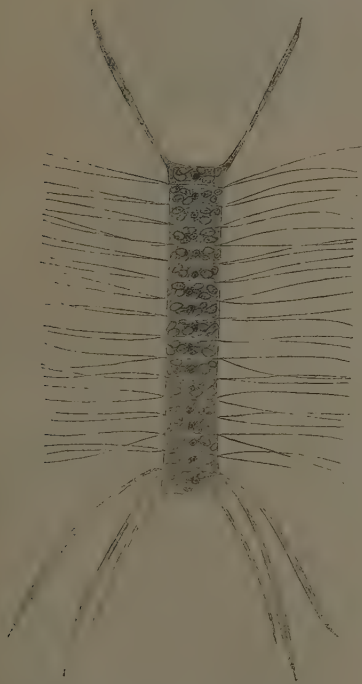


Fig. 150. *Chaetoceras dieladia* Castracane (160/1). (Nach G. Karsten [24].)

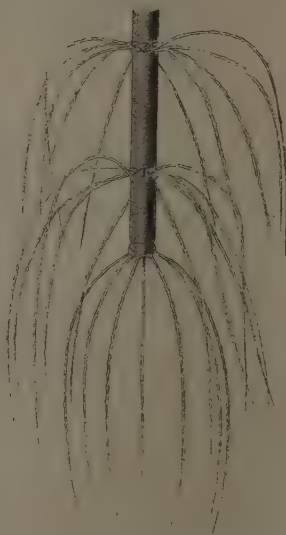


Fig. 151. *Bacteriastrium criophilum* G. K. (250/1). (Nach G. Karsten [24].)

einem Punkte, um den sich die ganze Kolonie mit nach außen gekehrten kürzeren Borsten gruppiert.

Im Gegensatz zu dem elliptischen Zellquerschnitt der *Chaetoceras*-Arten besitzen die Arten der verwandten Gattung *Bacteriastrium* einen kreisrunden Transversalschnitt

(Fig. 151 und Fig. 101 E). Die Gattung ist durch den Besitz zahlreicher am Schalenrand allseitig hervorsprossender langer Borsten ausgezeichnet, die (wie Fig. 151) bei dem *Bacteriastrum criophilum* an allen Zellen der Kette gleichsinnig gerichtet sein können, in andern Fällen (Fig. 101 E) allseitig abspreizen, sich gabeln oder in einer gleichsinnigen Kurve um die Zellkette sich drehen. In jedem Falle ist den Ketten ein sehr erheblicher Formwiderstand durch den Borstenkranz gesichert, der den *Bacteriastrum*-Arten den Platz in den obersten Wasserschichten anweist.

Daß aber die bisher eingehaltene Differenz zwischen den Biddulphioideen und den mit squamosen oder annulaten Zwischenbändern versehenen Solenoideen nicht so arg groß ist, zeigte Mangin (30), dem es mit Hilfe einer verfeinerten Untersuchungsmethode gelungen ist, für verschiedene *Chaetoceras*-Arten einen Aufbau der Zellen aus ringförmigen Zwischenbändern nachzuweisen, so für *Chaetoceras teres* Cl. und *Chaetoceras Lorenzianum* und er hält einen gleichen Bau für wahrscheinlich bei *Ch. Weißflogii*,

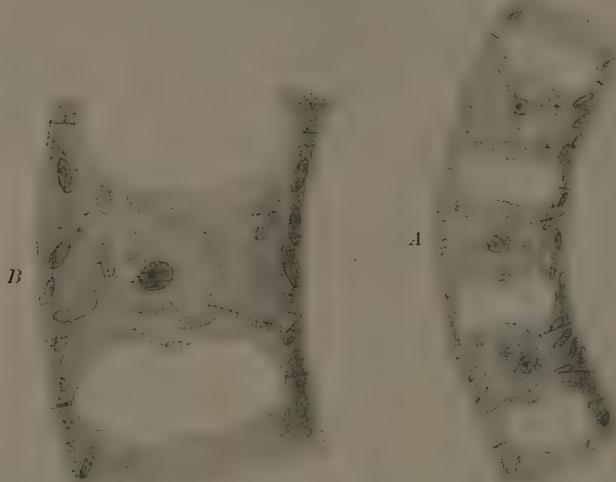


Fig. 152. *Moelleria antarctica* Castracane. A Kette aus 3 Zellen (832/1). B Zelle stärker vergrößert (666/1). (Nach G. Karsten [24].)

*Ch. Willei* und *Ch. pelagicum*. Damit würde aber der einzige Unterschied der Gattung *Peragallia* fortfallen und die einzige Art *Peragallia tropica* Schütt, würde zu *Chaetoceras* (*Peragallia*) *tropicum* werden. Ebenso gelang es Mangin, einen gleichen Zwischenbänder-Aufbau für *Bacteriastrum delicatulum* nachzuweisen. Und da die hier folgenden Biddulphioideen ebenfalls Zwischenbänder besitzen, so ist das Merkmal des Besitzes und des Fehlens der Zwischenbänder erheblich entwertet, und es erhebt sich die Frage einer eventuellen anderen Abgrenzung der Gattungen, doch ist diese Frage der Systematik vorzubehalten.

Die Gattung *Moelleria* ist durch Zellen von elliptischem Querschnitt der Schalen ausgezeichnet, die eine verdickte Stelle im Zentrum tragen, den sogenannten falschen Mittelknoten. Für unsere hier zu berührenden Fragen wesentlicher ist der Besitz von Zwischenbändern und die Verbindung der Zellen durch vorgezogene Zellecken zu Ketten. Da die Vorsprünge stets ungleich sind und die längeren Vorsprünge gleichsinnig an den benachbarten Zellen angeordnet stehen, ergibt sich eine schraubige Krümmung der ganzen Kette (Fig. 152 A u. B). Zahlreiche ovale Chromatophoren sind vorhanden. Derartige Ketten gehören ebenfalls den oberen Wasserschichten an, da sie dem Sinken einen erheblichen Formwiderstand entgegensetzen können.

Schließlich mag hier noch eine wieder zu den Solenoideen hin verbindende Form folgen, die Schütt zu den Biddulphioideen setzt: *Cerataulina Bergonii* Perag (Fig. 153).

Die Zellen sind von kreisrundem Transversalschnitt, jede Schale in zwei kleine Eckhörner ausgezogen, mit denen die Zellen aneinanderhaften und sich zu langen Ketten verbinden. Dies wäre der Punkt der Zugehörigkeit zu den Biddulphioiden. Der Gürtel aber besteht aus zahlreichen ringförmigen Zwischenbändern, wodurch diese Form noch mehr als *Moellertia* auf die Verwandtschaft mit den Solenoiden hinweist. Der Formwiderstand wird durch die Kettenbildung der Zellen gewährleistet.

Bevor nun die Auxosporienbildung und Vermehrung der zentrischen Diatomeen geschildert wird, soll der regelmäßige Teilungsakt, wie er Fig. 147 an den äußerlich sichtbaren Schalenneubildungen für *Rhizosolenia* gezeigt war, in den feineren Strukturen der Kernteilung beschrieben werden.

Die erste Darstellung der Kernteilung einer zentrischen Diatomee verdanken wir Peragallo (60), der an *Biddulphia mobiliensis*, dem bekannten Objekte von Bergon, den Vorgang beobachten konnte. Eine weitere Mitteilung über die Kernteilung von *Coscinodiscus subbulliens* Joergensen liegt von Jiro Ikari (26 c) vor. Da nach beiden noch miteinander etwas differierenden Mitteilungen der Vorgang wesentlich von demjenigen der pennaten Formen, der durch Lauterborns Untersuchungen (28) gut bekannt ist und bei Besprechung dieser zweiten Familie genauer geschildert werden wird, abweicht, so ist es zu begrüßen, daß es Paul Schmidt neuerdings (Internat. Revue, Bd. XVIII, 5/6, S. 400–414) gelang, die Kernteilung bei *Biddulphia sinensis*,

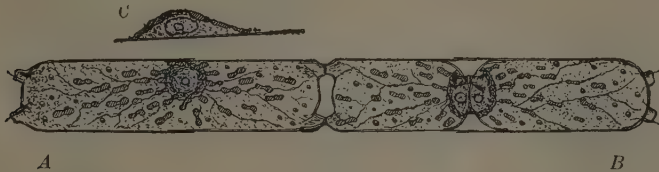


Fig. 153. A—C *Cerataulina Bergonii* Perag. (Nach Schütt [73].)

der nächsten Verwandten von *B. mobiliensis*, zu untersuchen. Seine Darstellung mag hier mit der Figur 154 wiedergegeben werden.

Schmidt fand vor Beginn der Teilung 1 oder 2 (Fig. 154 1–3) Nukleolen im Kerne vor; wie sich später ergab, sind sie die Träger fast der gesamten Chromatinmasse des sonst nur feingranulierten Kernes. Ebenso wie Ikari sah Schmidt nach Auflösung der Nukleolen eine feine Spindelfigur (Fig. 154 4a) im Kern auftreten, deren ersten Beginn er jedoch ebensowenig wie Ikari feststellen konnte. An beiden Enden der Spindel = Zentralzylinder tritt eine sehr zarte Strahlung auf, die sich in einem Punkte schneidet, dem anders nicht erkennbaren »Centrosom« (Fig. 154 4b). Der Zentralzylinder ist hier nicht, wie sonst beobachtet, von rundem, sondern von polygonalem, und zwar sechseckigem Querschnitt. Inzwischen dreht sich der Zylinder in die Richtung der kleineren Achse des ovalen Kernes. Das Centrosom liegt in geringer Entfernung. Nun sieht man, wie das Centrosom seine Strahlen an die sechs Ecken des Polygons sendet (Fig. 154 4b) und wie in ganz überraschender Weise eine neue Strahlung auftritt. Von jeder Ecke gehen zwei, zunächst parallel scheinende, Strahlen aus, die vom Pole des Zylinders aus gesehen auseinanderspreizen. Diese also 12 »Meridianstrahlen« sind im Innern des Plasmas entstehende Gebilde, die von jeder der Ecken beider Pole ( $2 \times 12$  also) ausgehend sich in der Mitte treffen (Fig. 154 5a, b) und mit dem Wachstum des Zylinders langsam an die Oberfläche rücken und gleichsam ein Gerüst im Kern bilden.

Damit ist die Prophase beendet. In der Metaphase wird der Zentral- oder Achsenzylinder an den Polen etwas eingedrückt, die Centrosomstrahlung ist verschwunden (Fig. 154 5b, d). Durch die Eindrückung der Zylinderpole rücken die Meridiane im Bogen aus diesen Einbuchtungen hervor und überziehen die Oberfläche des Kernes in der Äquatoriallinie von beiden Seiten aufeinandertreffend, so daß sie jetzt ein Gerüst um den Kern bilden. Die Substanz der Nukleolen und das sonst etwa vorhandene Chromatin sind in feinsten Verteilung über die Kernsphäre verteilt. Der bisher lang ovale Kern (Fig. 154 5c) wird durch Dehnung des Zylinders und entsprechende Biegung der Meridiane

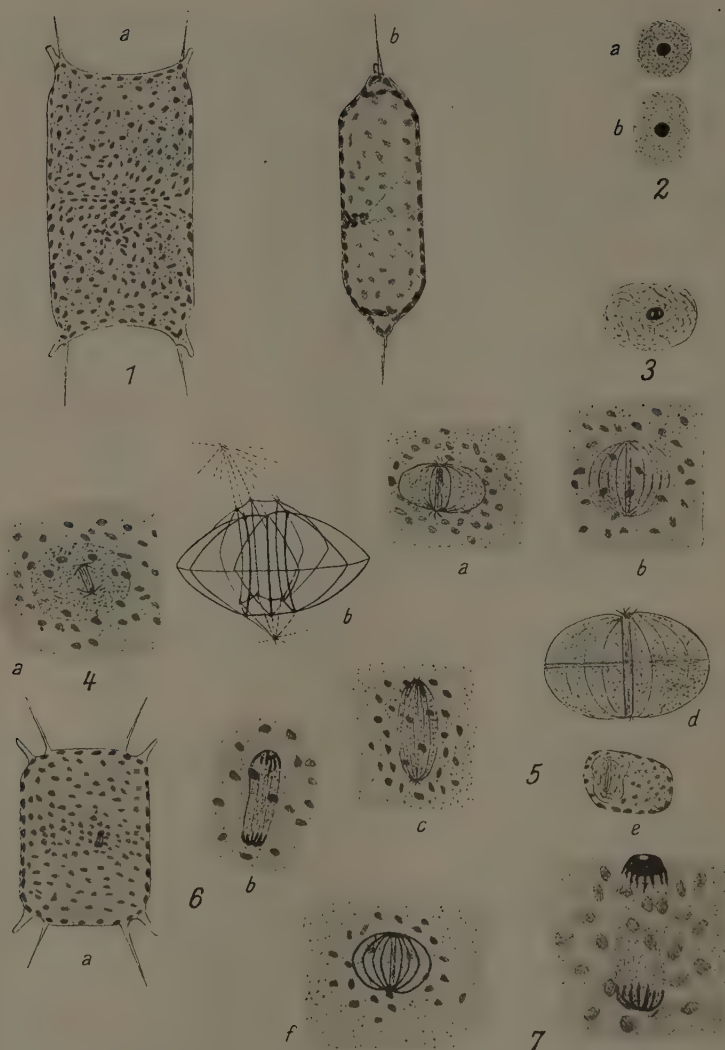


Fig. 15a. 1–5 und 7 *Biddulphia sinensis*, 6 *B. mobilensis*. Phrophase 1–4: 1a Apikalsicht. 1b Transapikalsicht. 2a Kern in der Apikal-, 2b in der Transapikalsicht. 3 Teilung und Auflösung des Nucleolus und Verteilung des Chromatins im Kern. 4a Auftreten des Zentralzylinders mit Zentrosomstrahlung. 4b Polygonalgefüge des Achsenzylinders und Abtrennung der Zentrosomstrahlung. Beginn der Meridionalstrahlung (nicht vollständig). Metaphase 5: 5a Der Zentralzylinder hat die Kernoberfläche erreicht. Die Meridiane umspannen die Kernoberfläche. 5b Der Zentralzylinder streckt sich, der Kern ist kugelig geworden. Auf den Meridianen erste Chromatinsammlung. 5c Größte Streckung des Zentralzylinders im in Pervallansicht gedehnten Kern. 5d Kernschema für den Zustand a. 5e Zentralzylinder und Meridionalstrahlung in einer Mikropore. 5f Zustand von 5b mit dem ganzen Chromatin auf den Meridianen. Anaphase 6–7: 6a *B. mobilensis* in Apikalsicht. 6b Kern daraus mit Ansammlung des Chromatins an den Polen der in halber Aufsicht noch kenntlichen Zentralspindel. 7 Dasselbe von *B. sinensis*. 1a, 1b, 6a 75%; 4a, 5a, b, c, e, f, 6b 350/1; 8 815/1; 5d 980/1; 4b 1260/1; 2a, b, 7 600/1. (Nach P. Schmidt.)

zu einer etwas breitgedrückten Form umgewandelt (Fig. 154 5d u. a). (Peragallo hatte diesen Vorgang ebenfalls beobachtet, deutet ihn aber dahin, daß der Kern sich gedreht habe und dadurch eine andere Seite zeige.) Die feinst verteilte Chromatinsubstanz sammelt sich nun an den Meridianen, die dadurch massiver erscheinen (Fig. 154 5f). Verf. spricht von »Chromatinraupen auf den Meridianen«. Diese ziehen sich dann nach den Polen hin zusammen und bleiben hier noch kranzförmig um den bei halber Oberaufsicht kenntlichen Zylinderpol geordnet. Es spinnt sich weiter von diesem Chromatinkranz ein Chromatinfaden aus, so daß das sonst in der Prophase auftretende Knäuelstadium hier in die Telophase verrückt scheint. Dieser Faden zerfällt in Chromosomen (bei den vegetativen Zellen 4, bei den Mikrosporen 2). Diese aber verquellen und zerfallen und fast alles Chromatin sammelt sich dann wieder in den so entstehenden Nukleolen, wo wir es im Ruhekern fanden. (Mit Benutzung des Mskr. einer weiteren Arbeit von Schmidt, in Internat. Revue, Bd. XIX, 1928: »Sind die »Mikrosporen« Diatomeengameten oder Parasiten?«, welche die in der vorgenannten Arbeit beobachteten Tatsachen weiter vertieft und präziser faßt.) Nach dieser Kernteilung werden dann die Zellen fertig ausgebildet.

### 3. Auxosporenbildung der Centrales.

Die stete Verkleinerung der Zellen durch andauernde Teilungen — der einzige bisher erörterte Weg zur Vermehrung der Zellen — bedingt einen Prozeß, der dieser steten

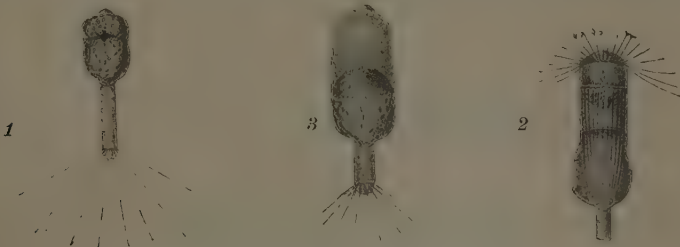


Fig. 155. Aufeinander folgende Stadien der Auxosporenbildung von *Corethron Valdiviae* (Schimper) G. K. 1 und 2 100/1, 2 200/1. (Nach G. Karsten [24].)

Verminderung der Zellgröße entgegenwirkt. Das ist die Bildung von Zellen, die mit einem Schlage die Zellgröße auf ein die durchschnittlichen Ausmaße überschreitendes Maximum bringen. Es ist ein eigentümlicher Wachstumsvorgang, der von Pfitzer als Bildung von »Auxosporen« bezeichnet worden ist. Diese Vergrößerungszelle, die Auxospore, ist dann der Ausgangspunkt für eine neue Generation sich durch fortgesetzte Zellteilung vermehrender und wiederum stetig an Größe abnehmender Zellen.

Bei den *Centrales* ist die Auxosporenbildung ein einfacher Wachstumsvorgang des sich seiner Kieselschalen entledigenden freien Plasmas, der bei den verschiedenen Formen in etwas modifizierter Weise verläuft.

In verhältnismäßig einfacher Art kann man ihn bei *Corethron Valdiviae* verfolgen (Fig. 155 1—3). Der gesamte Plasmakörper einer Zelle sprengt die Zwischenbänder an beliebiger Stelle auseinander und umgibt sich mit einer dünnen Haut, dem »Perizonium«. Dieses folgt dem Wachstum des Plasmas, bleibt aber mit leicht abgerundeter Vorwölbung in den beiden auseinandergesprengten Zellteilen zunächst befestigt, wie die Form beider Enden beweist (Fig. 155 1, 2). Der Mittelteil dehnt sich zu einem kurzen Zylinder von dem drei- bis vierfachen Durchmesser aus, bleibt aber auf die etwa doppelte Länge seiner Breite beschränkt. Das Perizonium umgibt diesen vollkommen von Plasma erfüllten Raum als rings geschlossene Haut. Alsdann werden nacheinander die neuen Schalen ausgeschieden, und zwar stets zunächst die obere, die mit Fangarmen versehene Epivalva. Das Plasma ballt sich an einem Ende des Perizoniums zur Kugel zusammen (Fig. 155 2), und an der freien, ins Perizonium hineinragenden Oberfläche sieht man die

Schale mit dem eigenartigen Ringkragen und seinen noch winzig kleinen Borsten gebildet. Darauf wandert die einseitig beschaltete Plasmamasse an das andere Ende des Perizoniums und bildet in gleicher Weise die untere Schale, die Hypovalva aus, die wesentlich längere Borsten aber keine Fangarme besitzt. Durch das Wachstum dieser Borsten, die an dem entgegengesetzten Perizoniumende Widerstand finden, wird der obere Perizoniummantel gesprengt, wenn es nicht bereits vorher geschah, und die Zelle wächst hier ins Freie hinaus, indem ihre Anhänge die natürliche Lage und Richtung gewinnen (Fig. 155 3). Damit ist eine neue Zelle von wesentlich vergrößertem Transversal- oder Querschnitt gewonnen, die durch weiteres Wachstum ihrer Zwischenbänder alsbald dem Zelltypus gleichen wird.

Bei *Corethron* steht die Auxospore also in gleicher Richtung mit der Mutterzelle. Dasselbe ist bei einem Teil der Auxosporen der Gattung *Rhizosolenia* der Fall, von denen

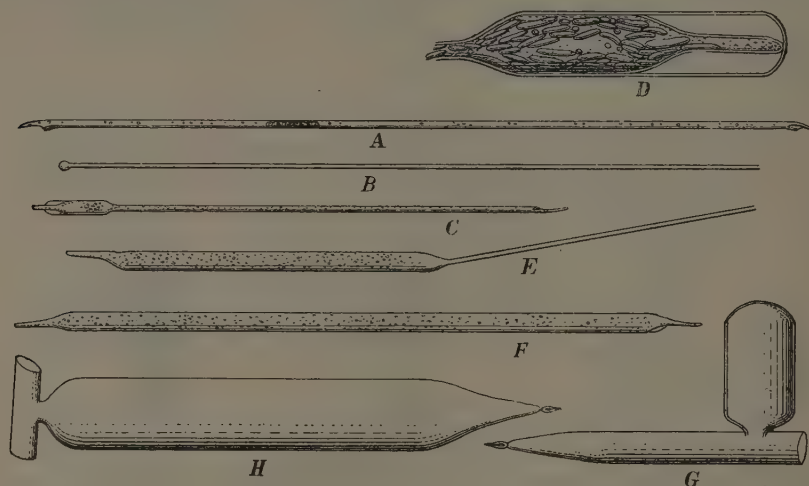


Fig. 156. Auxosporenbildung nach dem rein ungeschlechtlichen Typus. A—F Blasenauxospore am Ende der Zelle. Achse derjenigen der Mutterzelle parallel. *Rhizosolenia alata* Bright. A Zelle vegetativ noch Generationen vor Beginn der Auxosporenbildung; B Zellfragment bei beginnender Auxosporenbildung (Kieselbläschen am offenen Ende); C Bildung der primären Schale innerhalb der Kieselscheide; D Auxosporentell für sich mit stabartigen Chromatophorenplättchen; E Verlängerung der primären Zelle nach Abstoßung der Perizoniumkappe noch in Verbindung mit der Mutterzelle; F eine der beiden durch Teilung entstandenen Erstlingszellen mit einer primären, in der Spore entstandenen, und einer sekundären, durch Teilung gebildeten Schale. — G, H Auxosporenblase seitlich an der Zelle entstehend. Auxosporenachse senkrecht zur Mutterzellachse. G, H R. Bergonii Peragallo. G Zellfragment mit Spore, deren Ende abgerundet, durch Kieselscheide geschlossen; H Zellfragment mit wachsender Primärzelle, deren Ende durch primäre Schale geschlossen ist. (Nach Schütt [73].)

Schütt zahlreiche Auxosporenbildungen beobachtet hat (Fig. 156 A—F, vgl. Figurenerklärung). Bei einer anderen Anzahl steht dagegen die Auxospore im rechten Winkel von der Mutterzelle ab, indem an beliebiger Stelle der Gürtelpanzer durchbrochen wird (Fig. 156 G—L). Im übrigen gleichen die Vorgänge genau den bei *Corethron* beschriebenen.

Etwas anders verlaufen die Auxosporenbildungen bei den Biddulphioiden, als deren Typus die von Bergon beobachtete *Biddulphia mobiliensis* Bailey (Fig. 157 1—6) gelten darf. Es soll hier der Auxosporenbildung eine Teilung der Mutterzelle unmittelbar vorausgehen, und beide Tochterzellen dann Auxosporen bilden. Da das Plasma von Perizonium umgeben aus beiden Zellhälften kugelig austritt, wird die Verbindung natürlich gelöst und man kann den Vorgang nur an einer der Zellhälften verfolgen. Der Kern begibt sich an die am weitesten vorgewölbte Stelle, oder besser wohl er bleibt hier nach erfolgter Kernteilung liegen. Die Ausdehnung in der Transversalrichtung ist eine sehr bedeutende, dabei bleibt aber die Schale, aus der die Plasmamasse hervorge-

quollen ist, durch ein in Fig. 157 6 nur angedeutetes Gallertkissen mit ihr in Verbindung (wie es aus der Analogie mit *Arachnoidiscus* bereits von Oltmanns angenommen war). Alsdann sieht man zuerst an derjenigen Oberfläche, wo der Kern sich befindet, die Schalenausscheidung auf der Plasmaoberfläche vor sich gehen — es ist die nach der freien Oberfläche hingewandte — und nachdem hier ein Schutz gebildet, wandert der Kern auf die der anhaftenden Schale zugekehrte Seite, worauf hier in gleicher Weise die andere Schale entsteht.

Während also auch hier die Längsachse von Mutterzelle und Auxospore zusammenfallen, stehen bei *Chaetoceras cochlea* und anderen Arten die Auxosporen wieder im rechten Winkel zu der Mutterzelle, indem die Anschwellung aus dem Gürtelbande hervorbricht (Fig. 158 I—L). Die Erstlingsschale ist dabei insofern abweichend, als sie des einen Borstenpaares (an der der Mutterzelle zugekehrten Seite) entbehren muß (Fig. 158 K, L).

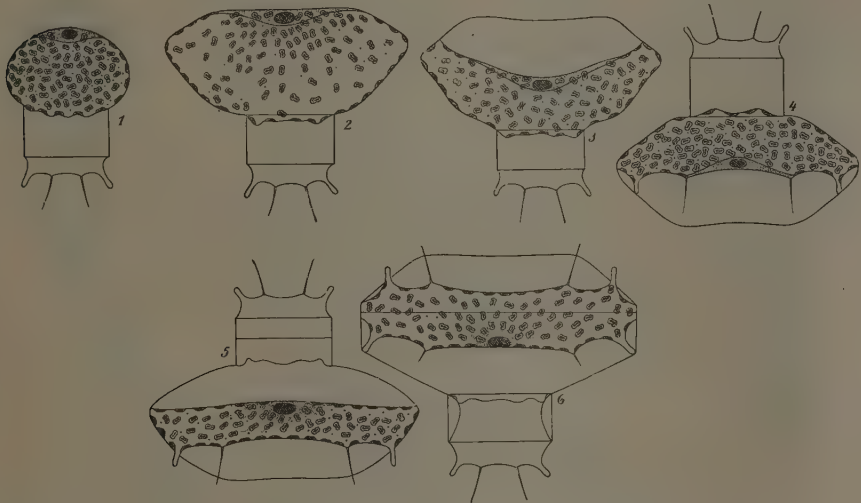


Fig. 157. Aufeinanderfolgende Stadien der Auxosporenbildung von *Biddulphia mobiliensis* Bailey. (200/ $\mu$ ) (Nach Bergon [11])

Am schwierigsten klarzustellen ist endlich die Auxosporenbildung bei den fadenbildenden Diskoideen (Fig. 158 M—O, Fig. 159 6, 7). Bei *Melosira varians* bleiben die Auxosporen im Fadenverbände erhalten, indem sie mit ihrem Perizonium die ältere Schale  $\pm$  vollkommen ausfüllen und in die jüngere Schale mit einer Abrundung hineinragen. (Bei *Melosira undulata* füllt die Auxospore nach O. Müller beide Mutterzellschalen völlig aus.) Dabei schmiegen sich die nacheinander ausgeschiedenen neuen Schalen dem Perizonium so innig an, daß es zeitlebens an den Schalen kleben bleibt, und man auch nach Auswachsen der Auxosporen zu neuen längeren Fäden die Erstlingsschalen stets daran erkennen kann. Bei anderen Arten wie *Melosira* (*Gallonella*) *nummuloides* ist der Zusammenhang nicht so innig, sondern das Perizonium schließt die Gürtelbandöffnung, aus der das Plasma hervorkam, mit glatter Rundung ab (Fig. 158 O). Und ähnlich scheint es bei *Melosira islandica* nach Ostenfeld und Otto Müller zu sein.

Die Auxosporen von *Melosira islandica* entstehen zwischen den auseinanderweichenden Gürtelbändern der Mutterzelle, indem das ganze Plasma der Zelle hierher wandert und nach der vollständigen Trennung der Gürtelbänder zur Kugel anschwillt. Die Perizoniumbildung muß natürlich in gleichem Verhältnisse vor sich gehen. Es bleibt also wie bei *Gallonella* die Auxospore mit keinem Anteil in der Mutterzelle, und da nach O. Müller die jüngere Hälfte der Mutterzelle abfällt, so steht die Auxospore stets am Ende eines  $\pm$  langen Fadens (Fig. 159 6 u. 7).

Etwas abweichend erscheint nun das Verhalten von *Arachnoidiscus Ehrenbergii* nach Yendo (Fig. 159 1—5). Die Öffnung der mit der Oberschale auf dem Substrat festsitzenden Zelle wird hier durch einen Gallertstiel herbeigeführt, der die Unterschale mit dem ganzen Plasmahalt von der Oberschale abhebt (Fig. 159 1). Als dann tritt das Plasma aus der Unterschale hervor und umkleidet sich mit einem Perizonium (2), auf dem merkwürdigerweise die radialen Streifen der Schalen noch als flache Rinnen zu erkennen sind. Die Bildung der Schalen innerhalb des Perizoniums erfolgt in der üblichen Weise und der ganze Vorgang spielt sich auf dem persistierenden Gallertstiele ab. Die (in Fig. 159 5) sichtbare Neigung der fertigen Zelle scheint darauf hinzudeuten, daß die Zelle — vielleicht durch Einschrumpfen des Gallertstieles — wieder die Ausgangslage mit der Oberschale dem Substrat zugewendet einnehmen wird.

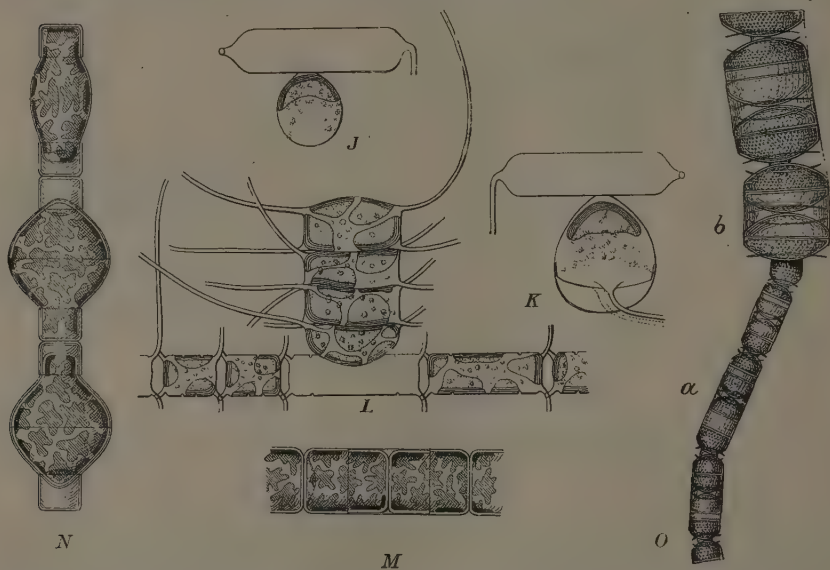


Fig. 158. Auxosporenbildung von *J—K Chaetoceras cochlea* Schütt. *J* Zellfragment mit Auxospore. Chromatophor in der Auxospore; *K* desgl. Ausscheidung der primären Schale innerhalb der Kieselscheide. — *L* *Ch. medium* Schütt. Fragment einer Zellkette mit Tochterkette von 4 Zellen, aus der Auxospore entstanden. — *M, N* *Melosira varians* Ag. *M* vegetative Zelle mit zahlreichen, kleinen, lappigen Chromatophorenplättchen; *N* Zellen in verschiedenen Stadien der Auxosporenbildung. — *O, M. (Galloneella) nummuloides* Dillw. (Bory) (400/1), *a* Kette vor der Auxosporenbildung, *b* Fortsetzung der Kette durch Zellen, die aus einer Auxospore entstanden sind. (*J—L* nach Schütt [73]; *M, N* nach Pfitzer [61]; *O* nach W. Smith [2].)

Die Auxosporenbildung von *Triceratium (Amphitetras)* ist eigenartig durch das starke Aufspringen des jüngeren, kurz vorher entstandenen Gürtelbandes (vgl. Fig. 133 *B*), so daß das Plasma bei seiner Dehnung offenbar Widerstand an der jetzt abgesprengten Schale fand und somit das weniger Widerstand bietende verlängerte Gürtelband gesprengt werden mußte. Es scheint hier (wie vielleicht auch bei einigen Melosiren?) überhaupt kein besonderes Perizonium gebildet zu werden. Vielmehr liegt die (bis dahin innere) Pektinhaut nach Absprengen der älteren Schale dem hervorquellenden Plasma jetzt außen auf, und unter ihrem Schutze bilden sich sofort die neuen Schalen, wie Fig. 159 8 es an der zwischen den vier Becken vorhandenen Vertiefung zeigt, wie auch an der bereits sichtbaren Schalenskulptur der noch durchaus unfertigen, mit dem nachdrängenden Plasma noch in der jüngeren Schale steckenden Auxosporenanlage erkannt werden kann. Auf der Außenseite der neuen Schale wird die (früher innere) Pektinhaut alsbald verschlissen (eine hyaline Haut am Scheitel), während sich auf der Innenseite der

Kieselschale bereits die neue Pektinhaut bildet. Durch Färbung mit Rutheniumrot sind sowohl die Fetzen der äußeren, wie die geschlossene innere Haut nachzuweisen.

Betrachtet man noch die für die neue Generation mit der Auxosporenbildung erreichte Größenzunahme, so liegen verschiedene Angaben vor. O. Müller (48) gibt für

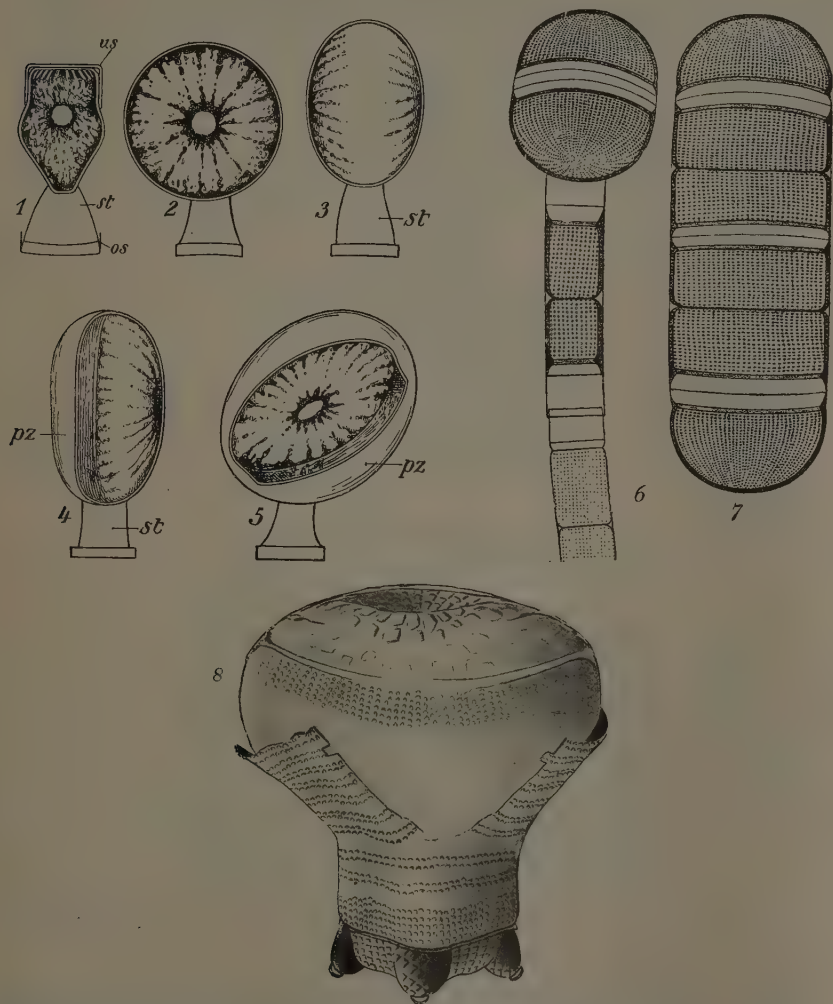


Fig. 159. Auxosporenbildung. 1–5 *Arachnoidiscus Ehrenbergii* (80/1). (Nach Yendo [79].) — 6–7 *Melosira islandica* (2000/1). (Nach O. Müller [48].) — 8 *Triceratium (Amphitetras) antediluviana* Ehrbg. (566/1). (Nach G. Karsten [25a].) os Oberschale, us Unterschale, st Gallertstiel, pz Perizonium. (1–7 aus Oltmanns Algen. 8 Gez. von W. Liebisch.)

*Melosira islandica* das Verhältnis 1:2–2,6 an, für *Melosira italica* 1:3,4–4. Nach P. Schmidt (70) waren die Auxosporen von *Melosira varians* immer zirka 3mal größer als die Mutterzellen. Und nach den ausführlichen Angaben von Pfitzer (61) (nach ausgemessenen Figuren und nach den Zahlen von W. Smith Synopsis [2] zeigen 86,2%

das Verhältnis 1:3, 13,8% der dort genannten Arten erreichen höhere Werte für das Größenverhältnis Mutterzelle zu Auxospore, die bis zu 1:10,5 gehen.

#### Müllersches Gesetz.

Von dieser ansehnlichen Größe fallen die Diatomeenzellen durch ihre fortgesetzten Teilungen nach den vorher erörterten Verhältnissen der verschiedenen Größe von Epi-

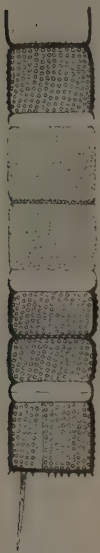


Fig. 160. *Melosira mutabilis* n. subsp. O. Müller. Grobporige Anfangszelle mit Dorn. Zwei gemischtporige in der Mitte. 750/l.  
(Nach O. Müller [48].)

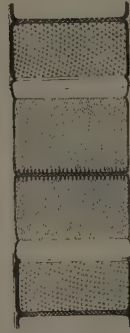


Fig. 161. *Melosira De Vriesii* n. subsp. O. Müller. Zwei gemischtporige zwischen grobporigen Zellen. 500/l.  
(Nach O. Müller [48].)

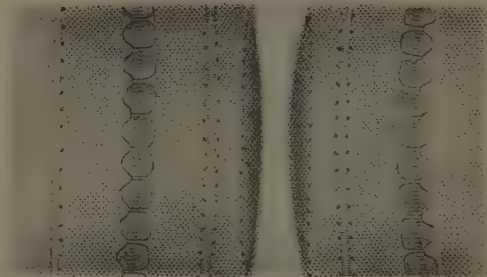


Fig. 162. *Melosira Sol.* G. K. (800/l.). Verschiedene Zellhälften. (Nach G. Karsten [24].)



Fig. 163. *Rhizosolenia semispina*. Übergang zu *hebetata*. 350/l.  
(Nach Gran [14].)

theka und Hypotheka und den daraus sich ergebenden Unterschieden der Mutterzelle zu ihren beiden Tochterzellen auf weit geringere Ausmaße zurück. Es fiel nun O. Müller auf, daß die relative Seltenheit der Auxosporenbildung darauf schließen lasse, daß hier ein Modus der Weiterteilung vorliegen dürfte, der einer allzuschleunigen Größenabnahme entgegenwirke.

Nimmt man zunächst an, daß die Teilung der beiden Tochterzellen etwa gleichzeitig wieder erfolge, so müßte die Nachkommenschaft sich nach dem Binomialgesetz berechnen lassen, das zeigen könnte, wie viele Zellen einer bestimmten Größe nach einer angenommenen Zahl von Teilungen vorhanden sind. Darnach ergibt sich, daß nach einer bestimmten Anzahl von Teilungen, die geringst mögliche Zellgröße erreicht wäre und

dann Auxosporenbildung eintreten müßte. Nach O. Müller (47) entspricht nun die relative Seltenheit der Auxosporenbildung den Forderungen des Binomialsatzes offenbar nicht, z. B. nicht für die von ihm daraufhin untersuchte *Melosira arenaria* Moore. So stellt Müller ein anderes Gesetz auf, das er etwa so formuliert: Die größere Tochterzelle der  $n$ ten Teilung erfährt in der folgenden Teilungsperiode, der  $n + 1$ ten, die kleinere Tochterzelle dagegen regelmäßig erst in der zweitfolgenden, der  $n + 2$ ten Periode eine neue Teilung. Eine Zusammenstellung der Folgen dieses Gesetzes ergibt nach Müller, daß nach 18 Teilungen bei sukzessiver simultaner Teilung nach dem Binomialgesetze 262.144 Nachkommen vorhanden sein würden, bei Geltung des von ihm aufgestellten Gesetzes aber nur 6764 in demselben Zeitraum. Müller findet dieses Gesetz bei der von ihm daraufhin geprüften *Melosira arenaria* bestätigt.

Ob dieses Müllersche Gesetz auch für andere Formen gültig ist, wird bestritten; Miquel z. B. (36) leugnet seine Geltung für *Nitzschia linearis* und andere Formen, die er beobachtete. O. Richter nimmt noch andere Verhältnisse an. Bei *Nitzschia putrida* soll nach O. Richter (67) in Reinkulturen durch Verbreiterung der Zelle die Längskürzung ausgeglichen werden, und somit das gleiche Volumen erhalten bleiben.

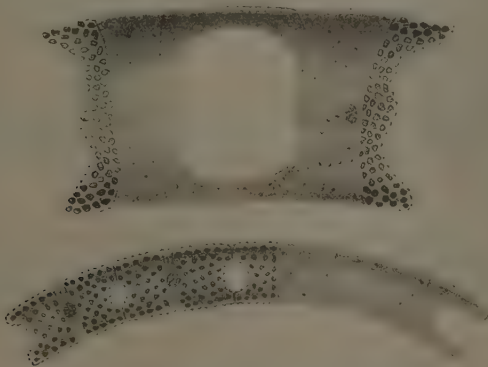


Fig. 164. *Eucampia balaustium* Ehrbg. 1 260/1. 2 400/1. (Nach G. Karsten [24].)

Was nun die Schnelligkeit der Teilungen anbetrifft, so wurde von G. Karsten der Vermehrungsfuß für *Nitzschia palea* (22) auf 1.02 festgestellt, für die organisch ernährte *Nitzschia putrida* auf 3.162; O. Richter konnte in Reinkulturen erheblich höhere Werte erreichen, die Vermehrung stieg von zunächst 18 bis auf 37.76 an, so daß alle 5 Stunden eine Teilung erfolgte und O. Richter ist der Ansicht, daß für *Nitzschia putrida* die simultane Teilung einer ganzen Generation erfolgt, daß also hier das Müllersche Gesetz keine Gültigkeit habe.

#### 4. Dimorphismus bei den zentrischen Diatomeen.

Ein regelmäßiger Dimorphismus von Diatomeenzellen ist bereits bei den *Chaetoceras*-Ketten wahrnehmbar, bei denen ja fast regelmäßig die Endzellen der Ketten, gelegentlich auch andere in der Kette selbst mitten darin liegende, sich durch abweichende Ausbildung ihrer Borsten deutlich unterscheiden, (vgl. Fig. 149, 150). Sehr auffallende Formen von Dimorphismus hat O. Müller (48) für *Melosira*-Arten ausführlich behandelt. Schon die Auxosporenabbildung von *Melosira islandica* (Fig. 159 6, 7) zeigt im Verlaufe des mit einer grobporigen Auxospore abschließenden Fadens einige ganz strukturlose, und andere sehr feinporige Zellen; ein ähnlicher Unterschied besteht für *Melosira Vriesei* O. M. und *Melosira mutabilis* O. M., beides Unterformen von *Melosira granulata* (Ehrb.) Ralfs (Fig. 160, 161). Eine weitere dimorphe *Melosira* liegt in der S. 144 ausführlich besprochenen *Melosira* Sol G. K. vor. Hier handelt es sich lediglich um die Herstellung von Fadenunterbrechungen durch Fortfallen der verbindenden zapfentragenden Schalenränder (Fig. 162), so daß dieser Fall an die *Chaetoceras*-Ketten Anschluß findet.

Von Gran ist auf die dimorphe Form beim Übergange von der dünnchaligen, feinzugespitzten *Rhizosolenia semispina* zu der dickwandigen und stumpf endenden *Rhizosolenia hebetata* hingewiesen (Fig. 163). Und G. Karsten fand einen Dimorphismus für *Eucampia balaustium* Ehrb., wo neben der dickwandigen, mit groben Areolen gezeichneten Schalenform mit kurzen Armen einander verbindend, ganz glatte Schalen auftreten, deren Gürtel, wie die verbindenden Schalenfortsätze langgestreckt sind (Fig. 164 1 u. 2).

Während die Deutung des Dimorphismus für *Chaetoceras* und *Melosira* Sol bereits als Mittel der Kettenabgrenzung angegeben ist, dürften bei den übrigen Melosiren, besonders aber bei *Rhizosolenia* und *Eucampia* diese abweichenden Formen ein Mittel die

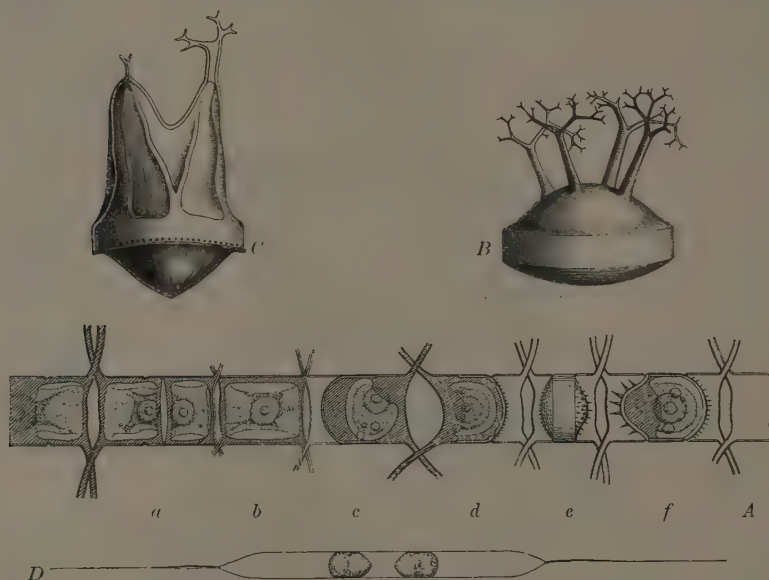


Fig. 165. Ruhesporenbildung. A *Chaetoceras paradoxum* Schüttii Cleve. a Zelle in Zellteilung, b nach der Zellteilung, c, d Beginn der Ruhesporenbildung, opt. Durchschnitt, e, f fertige Ruhespore, e Oberfläche, f opt. Durchschnitt (1200/1). — B *Ch. Ralfsii* Ehrenb., isolierte Ruhespore mit verzweigten Stacheln (1200/1. — C *Chaetoceras mitra* Cl. (*Diclaia mitra* Ehrenb.) (200/1). (Nach Schütt [78].) — D *Rhizosolenia setigera* Brightw., Zelle mit Ruhesporen (300/1). (Nach Hensen [91].)

Tiefenlage der Planktonten zu verändern darstellen, da ja die dickwandigen schweren Formen in größerer Tiefe ihre Ruhelage finden werden, als die leichteren dünnwandigen, gleichzeitig mit besserem Formwiderstand ausgerüsteten Ketten wie bei *Eucampia*.

In gleicher Weise tritt (24) bei *Chaetoceras criophilum* und bei *Corethron inerme* G. K. ein Dimorphismus auf, der darauf beruht, daß ein den Zellen und Zellketten zukommender Formwiderstand, wie er durch große und weit auseinanderspreizende Borsten gewährt wird, in häufigen Fällen vollkommen fehlt. Diese unbewehrten Zellen sind trotzdem vollkommen lebensfrisch, wie der normale Zellinhalt beweist; sie leben in größerer Tiefe gegenüber den bewehrten Individuen derselben Art. So kann man von »Schwebesporien«, oder da dieser Zustand Generationen hindurch aufrechterhalten werden kann, von »Schwebesporiengenerationen« sprechen. Vielleicht könnte auch die Bezeichnung der mit Formwiderstand versehenen höherschwebenden Zellen als »Sommerform«, diejenige der »Schwebedauersporen« als »Wintergeneration« zutreffend sein, wie aber erst größere Erfahrung würde nachweisen können. — Welche der beiden Formen als Grundform anzusehen ist, dürfte wohl aus den Schalen der aus den Auxosporen hervorgehenden Erstlingszellen zu entnehmen sein, so daß z. B. für die

von O. Müller behandelten Melosiren die grobporige Form als Grundform anzusprechen sein würde.

### 5. Ruhesporen.

Neben diesen stets in schwebendem Zustande — soweit die Wassertiefe es gestattet — verharrenden Schwebesporen bilden verschiedene Arten völlig abweichende, wohl meist zu Boden sinkende typische »Ruhesporen«. Das ist vor allem für die Arten der Gattung *Chaetoceras* bekannt, wie es zuerst von Schütt (73) nachgewiesen worden ist (Fig. 165 A, B). Der Plasmakörper kontrahiert sich bei Ruhesporenbildung erheblich, er tritt von der Wand zurück und scheidet außerordentlich dickwandige, mit den bestachelten Schalen übereinandergreifende Schalen aus, die in den Lebenslauf der Planktonten eingeschaltete Ruheperioden überdauern. Beachtenswert ist, daß die Ruhesporen ein und derselben Art durchaus nicht immer gleichförmig sind, wie schon die in derselben *Chaetoceras*-Kette nebeneinanderliegenden Dauersporen Fig. 165 A zeigen. Inzwischen sind durch Husted im Atlas (1), P. Schulz (77 a) und von G. Karsten (24) *Chaetoceras*-Ruhesporen mehrfach abgebildet. Auf Grund der dort gegebenen Abbildungen kann mit Sicherheit die als *Dicladia mitra* bezeichnete Abbildung (Schütt [75]) hierher gezogen werden (Fig. 165 C), als Ruhesporen von *Chaetoceras mitra* Cl.

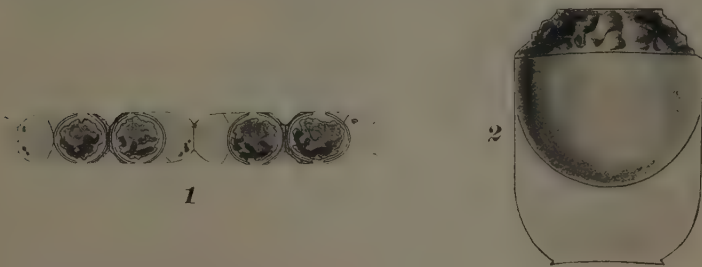


Fig. 166. *Melosira hyperborea* (Gran). Sporenbildung. 1 500/1, 2 1000/1. (Nach Gran [12].)

Auch die am gleichen Orte als *Periptera tetracladia* Ehrbg. und *Hercotheca mammillaris* Ehrbg. benannten Ruhesporen (vgl. Fig. 418, 422) gehören zu *Chaetoceras*; da aber die Spezieszugehörigkeit nicht feststeht, können sie einstweilen nicht eingereiht werden.

Auch für *Bacteriastrium* sind Ruhesporen gefunden (Schütt [73], G. Karsten [24]). Endlich erwähnt Schütt (73) eine solche von *Rhizosolenia setigera*, wo zwei granatförmige mit den Spitzen gegeneinandergekehrte von Hensen (92) nachgewiesen waren (Fig. 165 D).

Eine sehr charakteristische Ruhespore beschreibt Gran für *Melosira hyperborea*. Die Bildung beginnt mit anscheinend normaler Zellteilung, doch werden die neuen Schalen erheblich dicker ausgebildet, sie bestehen aus einem flachen Deckelteil, der mit feinen Punkten gezeichnet ist (Fig. 166 2), einem daran ansetzenden, durch starke Rippen ausgesteiftem Mantel, und dem an den dünnbleibenden, dem Gürtelband der Mutterzelle sich anlegenden Gürtel. Das Plasma zieht sich alsdann in diese Schale zurück, worauf auch auf dieser Seite eine der ersten gleichgebildete Außenschale entsteht, die nur des flachen Deckels entbehrt. Je zwei derartige Zellen, die mit dem flachen Diskus aneinanderstoßen, sind in Zusammenhang zu finden (Fig. 166, 1, 2).

Eine Keimung von Dauer- oder Ruhesporen ist bisher nicht bekannt geworden, obgleich eine solche bei dem periodischen Wiederaufleben zu Beginn der großen Wucherungsperioden ja vorausgesetzt werden muß.

### 6. Sexuelle Fortpflanzung der Centrales.

(Nachträgliche Bemerkung: Das Buch von H. Kniep »Die Sexualität der niederen Pflanzen, Jena 1928« konnte leider nicht mehr benutzt werden.)

Die bisher gegebene Darstellung des Aufbaus, der Vermehrung und Auxosporenbildung der zentralischen Diatomeenformen bezogen sich ausschließlich auf Wachstumsvor-

gänge. Vollkommen aus diesem Rahmen heraustretende Tatsachen brachte (abgesehen von unkontrollierbaren Angaben von Rabenhorst) zum ersten Male 1896 eine Arbeit von G. Murray (50), der in unverletzten Zellen eingeschlossen 2 kleinere Zellen der gleichen Art (*Coscinodiscus concinnus*) beobachtete; ferner waren in anderen unverletzten Zellen desselben *Coscinodiscus* 4, 8, 16 Plasmaballen enthalten und die gleiche Beobachtung konnte bei *Chaetoceras*-Arten gemacht werden. Der Verfasser schloß bereits, daß es sich hier um Fortpflanzungsvorgänge handeln müsse, doch blieb unklar, wie sie sich abspielen sollten.

Erst im Jahre 1902 kam etwas mehr Licht in die Sache. H. H. Gran (16) fand bei *Rhizosolenia styliformis* ähnliche Verhältnisse. Es konnte die Teilung des Zellkernes

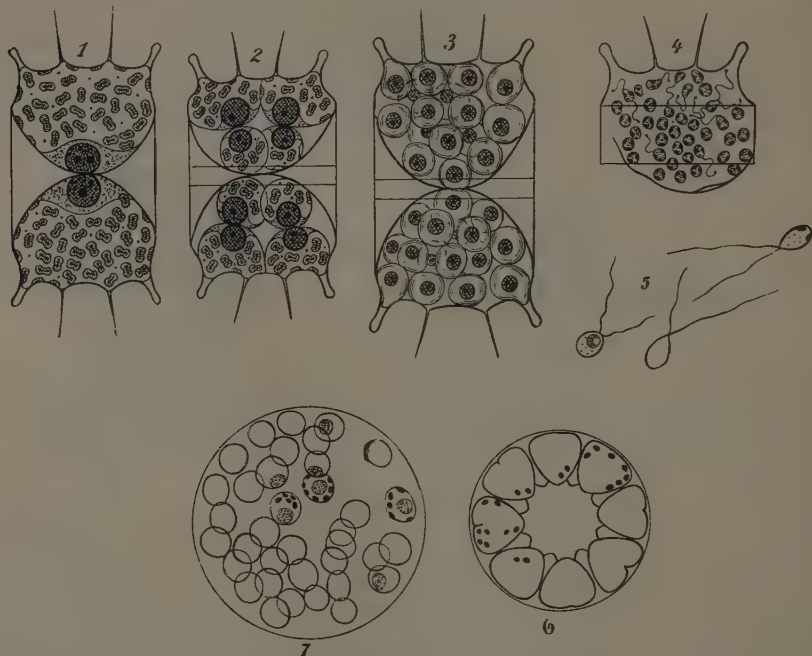


Fig. 167. Mikrosporenbildung. 1-4 von *Biddulphia mobiliensis*. (Nach Bergon [11].) 5-7 von *Coscinodiscus*. (Nach Pavillard [56].) 1 Zerlegung der Mutterzelle von *Biddulphia* in 2 Sporangien. 2 Verteilung innerhalb jeden Sporangiums. 3 In jedem Sporangium 16 Mikrosporen. 4 Weiterteilung (mehr als 32 Zellen) und Geißelentwicklung. 5 Freie Schwärmer von *Coscinodiscus*, farblose und Chromatophoren führende. 6 Mikrosporenmutterzelle von *Coscinodiscus*. 7 Mikrosporen (mehr als 32) in der Zelle von *Coscinodiscus*. 400/1.

festgestellt werden und eine successive Zerlegung des Zellinhaltes, der sich um die Kerne ansammelte, in schließlich 128 kleine Sporenzellen, die jetzt allgemein als »Mikrosporen« bezeichnet werden. Dieselbe Erscheinung konnte Gran dann 1903 am lebenden Material von *Chaetoceras decipiens* beobachten, wobei auch die regelmäßige Weiterteilung der Chromatophoren sich feststellen ließ. Gran hielt diese Mikrosporen für männliche Geschlechtszellen. Das weitere Schicksal blieb unbekannt.

Unter den günstigen Verhältnissen der Meeresstation von Arcachon gelang dann F. Bergon (11) eine wesentliche Bereicherung unserer Kenntnisse an der dort im Winter häufigen *Biddulphia mobiliensis* Bailey, deren Auxosporenbildung bereits geschildert ward. Nach mehreren, nicht durch Figuren erläuterten Mitteilungen (1902/03) erschien die endgültige wertvolle Arbeit (1907) und zeigte, daß die erste Zellteilung zwei durch nicht verkieselte, kugelig vorgewölbte Membranen getrennte Sporangien ergibt (Fig. 167

1—4). Durch meist gleichzeitige Teilungen entstehen in jedem Sporangium 32, bisweilen auch mehr, Mikrosporen, die beim Übergang aus dem 16zelligen in den 32zelligen Zustand beweglich werden. Jede besitzt 2 lange Geißeln, die am Ende etwas angeschwollen sind. Nach einigem Umherirren in der Mutterzelle platzt deren Membran, und die Mikrosporen werden frei. Sie schwimmen längere Zeit umher, werden schließlich langsamer und setzen sich an Fremdkörpern fest. Endlich kommen sie zur Ruhe. Was weiter aus ihnen wird, konnte Bergon, obgleich er jedes Jahr (1902—1907) zur kritischen Zeit nach Arcachon kam, leider nicht feststellen. Ob zwei besonders kleine *Biddulphia*-Exemplare weiterentwickelten Mikrosporen entsprechen, blieb ungewiß.

Neben dem Fehlen des Abschlusses des Vorganges, der doch nur in einem Kopulationsvorgange — einer Zygotenbildung — gesucht werden konnte, blieb der Zeitpunkt der bei jeder Kopulation notwendigen Reduktionsteilung verborgen. Durch eine mir in den letzten Wochen bekannt gewordene und im Präparat vorgeführte Beobachtung von P. Schmidt ist diese Lücke jetzt ausgefüllt.

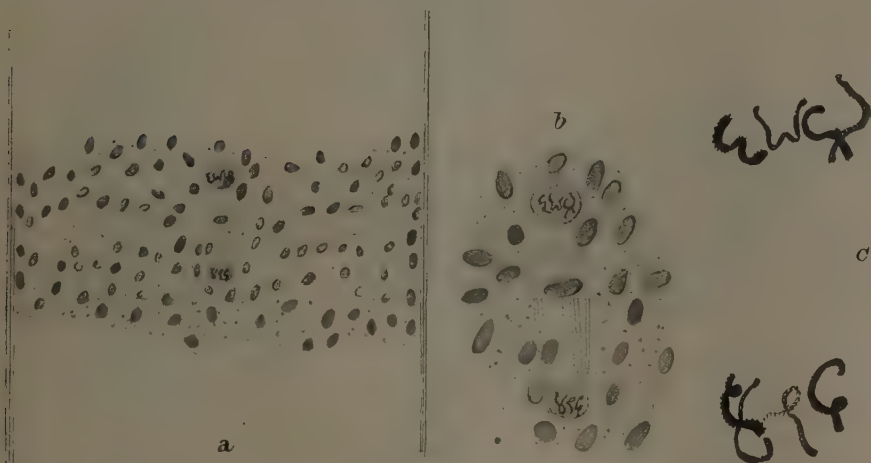


Fig. 168. *Biddulphia sinensis*. Vegetative Kernteilung. a 215/1, b 720/1, c 300/1. (Nach Paul Schmidt.)

Die seit einigen Jahren (Ostenfeldt 100) regelmäßig vom Ende Juli ab in der Nordsee auftretende *Biddulphia sinensis* schien das geeignete Objekt zu sein, um einige weitere Aufklärung der Entwicklung zu erhalten. So wurde im August 1925 zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten Material dieser *Biddulphia sinensis* auf das sorgfältigste mit Flemmingscher Lösung fixiert; dazu lieferte die Helgoländer Biologische Station 1926 freundlicherweise eine Ergänzung. Dieses ganze Material konnte dem durch seine im Hallenser Institute durchgeführte Beobachtung der ersten Zygotenbildung der Mikrosporen von *Melosira varians* bekannten Paul Schmidt zur Verfügung gestellt werden. (Internat. Revue d. ges. Hydrobiologie Bd. XVII, 5/6, 274—288.)

Bei sorgfältiger Untersuchung des in toto gefärbten Materials gelang es zunächst Zellen zu finden, die in Teilung befindlich waren. In allen Fällen, wo die Kerne deutlich waren und sich in günstiger Phase befanden, ließ sich stets die Chromosomenzahl zu vier feststellen (Fig. 168 a). Fertige Sporangien entsprachen vollkommen den von Bergon geschilderten Verhältnissen und waren in großer Zahl vorhanden. Doch gelang es trotz aller Bemühungen nicht, die erste Teilung des Sporangienmutterzellkernes aufzufinden (Fig. 169).

Um so zahlreicher waren dafür die bereits 23 und mehr Mikrosporen zeigenden Sporangien, in denen kleine Unregelmäßigkeiten in der sonst wohl simultan erfolgenden Weiterteilung es gestatteten, die Chromosomen der zurückgebliebenen Mikrosporenteilungen genau zu zählen. Diese zeigten in allen beobachteten Fällen übereinstimmend

zwei Chromosomen. Demnach tritt die Reduktionsteilung nicht, wie man hätte vermuten können, bei der Sporangienbildung, sondern bei der ersten Teilung der Sporangienzellen auf und wird natürlich dann weiter festgehalten (Fig. 170 a und b). Eine derartig niedrige Chromosomenzahl ist im Pflanzenreich bisher nicht bekannt.

Somit liegt jetzt für *Biddulphia* die geschlossene Entwicklungsreihe von der Sporangienbildung bis zur schwärmenden Mikrospore vor und, unter Zuhilfenahme der so gleich zu schildernden, sich kaum anders verhaltenden *Melosira*, bis zur Bildung der Zygote. Die Folgerungen für diesen Formenkreis sind also: Die hier einzurangierenden Arten sind diploide Zellen wie die der *Pennales* und ihre Gameten wurden zu haploiden Zellen reduziert: aus der Kopulation entsteht die wiederum diploide Zygote, die sich dann zur fertigen Zelle weiterentwickeln muß.

Einige Umstände bei dieser Mikrosporenbildung von *Biddulphia* sind bei keiner der anderen zahlreich beobachteten Mikrosporenentwicklungen wahrgenommen und las-

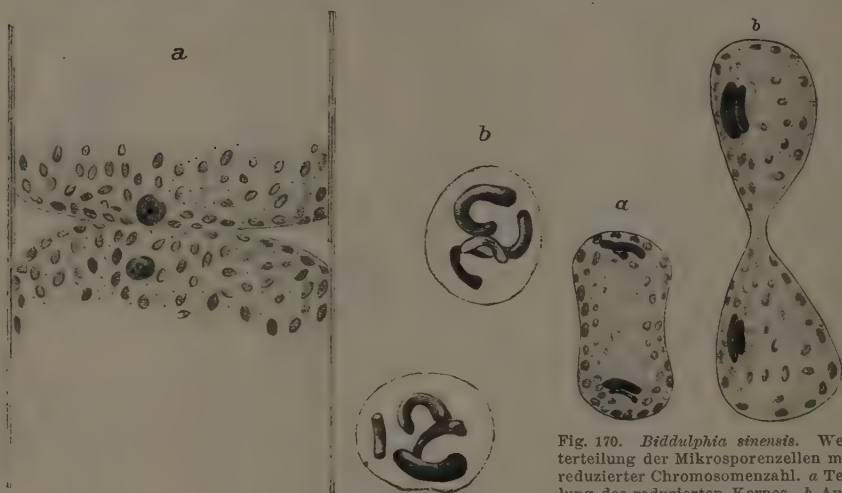


Fig. 169. *Biddulphia sinensis*. Sporangialzellbildung. In den Tochterkernen sind die vier Chromosomen in den Kernen noch deutlich zu sehen. a 2500/1, b 1500/1. (Nach Paul Schmidt.)

Fig. 170. *Biddulphia sinensis*. Welterteilung der Mikrosporenzellen mit reduzierter Chromosomenzahl. a Teilung des reduzierten Kernes. b Auseinanderziehung von zwei Mikrosporenzellen. a, b 900/1. (Nach Paul Schmidt.)

sen es wahrscheinlich erscheinen, daß es eventuell auch anders verlaufende Entwicklungen geben könnte. Das ist in erster Linie die Bildung der beiden Sporangialzellen, ferner die gleichmäßige Größe aller Mikrosporen und ihre relativ geringe Zahl. Es mögen daher die wichtigsten der seither bekannt gewordenen Fälle von Mikrosporenentwicklung aufgeführt werden, um eventuell weiterzukommen.

J. Schiller (69) beobachtete Mikrosporenbildung bei *Chaetoceras Lorenzianum*. Die Mikrosporen hatten sehr verschiedene Größe, wie das übrigens auch Bergon gefunden hatte, der außer von der Zahl 32 auch von sehr viel mehr, entsprechend kleineren (wohl 64?) spricht. Schiller hält die großen für Makrosporen weiblicher Art, die von den kleinen männlichen Mikrosporen befruchtet werden sollten. Positive Ergebnisse hat er jedoch nicht gehabt.

Besonderes Interesse, bedingt durch die Gattung, an der die Beobachtung stattfand, erweckt eine Arbeit von Pavillard (36), der bei einem nicht weiter bestimmten *Coscinodiscus* Mikrosporenbildung beobachten konnte. Die Fig. 167 5—7 geben seine Mitteilungen wieder. Fig. 167 6 zeigt 16 Mikrosporenmutterzellen im Begriff in 32 zu zerfallen; Fig. 167 7 zeigt, daß die Teilung weitergeht und wohl das 64er Stadium erreichen dürfte. Die Zeichnungen und Angaben über die frei gewordenen Schwärmer (Fig. 167 5) berichtigen die Beobachtungen von Bergon, einmal darin, daß die Geißeln von einem apikalen Punkte ausgehen — Bergon hatte eine am Scheitel, eine seitlich inseriert ge-

zeichnet — und darin, daß die Aufschwellung an der Geißelspitze einem jugendlichen Übergangsstadium entspricht, das sich im fertigen Zustande in eine vollausgestreckte Zillie umwandle (Fig. 167 5).

Endlich ist dem Umstande Bedeutung beizumessen, daß Pavillard den bereits von Schiller aufgeworfenen Gedanken einer Differenzierung in männliche und weibliche Gameten weiter verfolgt. Er zeichnet (Fig. 167 5) annähernd gleichgroße Schwärmer mit und ohne Chromatophoren; die Chromatophoren führenden sollen die weiblichen, die farblosen männlichen Gameten sein. Damit brechen seine Beobachtungen, soweit sie bei dem mangelhaften Eingange französischer Literatur bekannt geworden sind, ab.

Einen wesentlichen Fortschritt brachte dann erst 1923 eine Arbeit von Paul

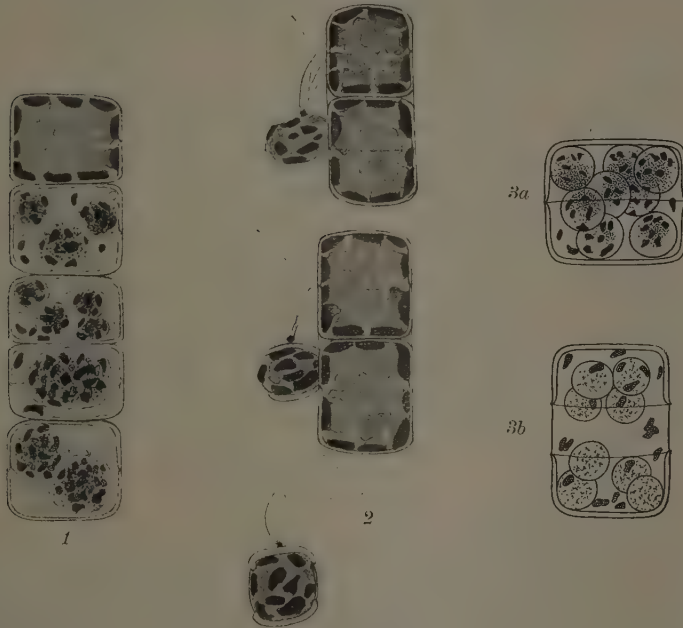


Fig. 171. *Melosira varians*. 1 Mikrosporenbildung und 2 Zygoten in aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien. 3 Entwicklungsstadien der Mikrosporen. a Mit Chromatophoren, b nach Ausstoßen der meisten Chromatophoren, von oben nach unten. 1000/1. (Nach P. Schmidt [70].)

Schmidt (70), der am lebenden Objekt von *Melosira varians* die geschlossene Entwicklung der Mikrosporen bis zu acht in einer Zelle verfolgen konnte. Sie besitzen schon im Zweierstadium polar inserierte Geißeln, je 2, und beginnen vom Viererstadium an sich in der Zelle zu bewegen, wie deutlich beobachtet werden konnte. Nur einmal ist ein Sechzehnerzustand beobachtet worden. Fig. 171: 1 und 3a, 3b zeigen die Entwicklung von 1, 2, 4 und 8 Mikrosporen. In Fig. 3b werden die Chromatophoren ausgestoßen, so daß analog den farblosen Schwärmern Pavillards hier die Entwicklung männlicher Gameten vorbereitet zu werden scheint.

Endlich gelang es, fertige Zygoten frei an Fremdkörpern haftend in Vierzahl aufzufinden, die sich in Objektträgerkulturen entwickelt hatten. Sie besaßen etwa die doppelte Größe der Achterstadien und zeigten 4 polare Geißeln (Fig. 171 2).

Die Zygoten waren zunächst ganz nackt. Sie konnten teilweise tagelang beobachtet werden und ließen in der Zeit ihre allmähliche Umbildung erkennen. Zunächst entstand auf dem von den Geißeln abgekehrten Pole die erste Schale, nach 18 Stunden bildete sich von außen nach innen fortschreitend die zweite Schale am Geißelpole und nach weiteren

7 Stunden war die Metabolie auch an den Seiten geschwunden, und die Gürtelbandanlage erfolgt. Dabei war der zunächst  $8,36 \mu$  messende Körper auf  $9,4 \mu$  herangewachsen. Die vier Geißeln waren noch vorhanden (Fig. 171 2 von oben nach unten). Dicht unter dem Geißelansatz war ein stigmaähnlicher Körper zu erkennen.

Leider war bei der freie Oberfläche deckenden Menge von Chromatophoren nichts von den Kernen wahrzunehmen. Es ist dies die erste am lebenden Objekt verfolgte Bildung einer Zygote bei zentrischen Diatomeen und bemerkenswerterweise ist es eine bekannte Süßwasserdiatomee, bei der diese Beobachtung in systematisch fortgeführten Kulturen gelungen ist.

Ob tatsächlich die farblosen Schwärmer Pavillards und die farblos werdenden Achtermikrosporen von *Melosira* männliche Gameten darstellen, ist eine offene Frage, da leider die Kopulation selbst nicht beobachtet werden konnte. Wahrscheinlich ist es, daß die von Bergon beobachteten winzigen Biddulphien derartige aus der Zygote weiterentwickelte Individuen waren.

Da nun, wie vorher dargelegt wurde, einige sichergestellte Punkte in der Entwicklung der *Biddulphia*-Mikrosporen schlecht zu den nur an einzelnen Beispielen angeführten sonst vorliegenden Mikrosporenbeobachtungen stimmen, so mag auf die vor der neuesten Entdeckungen von P. Schmidt über die Bildung der Gameten und die dabei erfolgende Reduktionsteilung aufgestellte Arbeitshypothese zurückgegriffen werden, die eventuell doch noch für andere Formen zutreffen möchte.

Schon vor dem Erscheinen der Arbeit von Bergon (1907) lag eine auf dem Material der Deutschen Tiefsee-Expedition der Valdivia aufgebaute Arbeit vor (G. Karsten [23] 1904), die an die Beobachtung der obengeschilderten Form *Corethron Valdiviae* (Fig. 142) eine Deutung der dort massenhaft angetroffenen Mikrosporen anschloß, welche bis zur Entdeckung P. Schmidts die einzige vollständige Lösung des Entwicklungsproblems gibt, wenn sie auch zum Teil mit Hypothesen arbeiten muß.

*Corethron Valdiviae* bildet auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung, wo diese Art im antarktischen Plankton die herrschende Form darstellt, welche mittels ihrer Borsten und Fangarme dicht ineinanderverstrickte Massen bildet, die auch wohl von der verquellenden Pektinallerte (vgl. Mangin [30]) enger zusammengehalten werden, ebenso wie die bisher beschriebenen Formen Mikrosporen (Fig. 172 1, 2). Die Kernteilungsfiguren konnten in dem vorzüglich konservierten Material gut beobachtet werden — leider freilich die einzigen und nicht die ersten. So konnte von einer Kernreduktion nichts festgestellt werden. Die Teilung ging bis zur Zahl von 128 Mikrosporen in den großen Zellen, ohne daß eine vorherige Teilung in gesonderte Sporangien wahrzunehmen gewesen wäre.

Die frei gewordenen Mikrosporen fanden sich als kleine Kugeln in der ausgeschiedenen Gallertmasse verstreut und besaßen verschiedene Größen. Die kleinsten zeigten einen, die größeren 2 Kerne (Fig. 172 3 a, b, c), die letzteren mußten also als Zygoten gedeutet werden. In derselben Gallertmasse fanden sich aber auch die anschließenden Zellen länger gestreckt (d) und dann mit einer deutlich abgesetzten Zackenkrone (e, f, g), an der endlich auch kleine Borsten hervortraten (h, i). Somit konnte kein Zweifel sein, daß hier Entwicklungsstadien vorlagen, die zu *Corethron* gehörten. In h und i war in dem der entwickelten Schale abgewendeten Zellende ein Kern deutlich, der offenbar die dort noch fehlende Schale zu bilden dorthin gewandert war. Daß darauf sich auch das squamose Gürtelband bilden würde, wird niemand in Zweifel ziehen wollen. Somit ist alles einwandfrei, die Mikrosporen haben sich als Gameten erwiesen und die Übereinstimmung mit der Lebendbeobachtung ist vollständig.

Nun aber fragt sich: wie ist die Entwicklung von Fig. 172 3 b zu e—i zu deuten; hier muß die Hypothese zu Hilfe kommen. In einem anderen nicht weit entfernten Valdiviafange, der ebenfalls reichlich *Corethron Valdiviae* enthielt, waren die Gebilde Fig. 172 4 vorhanden, wiederum in Gallerte eingeschlossen und zwar immer paarweise liegend, was auch schon in der vorher erwähnten sicher zu *Corethron* gehörenden Gallertmasse andeutungsweise zu erkennen gewesen war. In der Fig. 172 4 a ist ein solches Paar zu erkennen, man sieht den Plasmakörper ein wenig kontrahiert mit zahlreichen Chromatophoren, die denen von *Corethron* gleich zu sein scheinen und in jedem der beiden Körper 2 Kerne von gleicher Größe. In den weiterfolgenden Figuren b, c nimmt einer der Kerne an Größe ab und es ist deutlich, daß es sich um Großkern und Kleinkern handelt, wie sie bei den pennaten Diatomeen und bei den Desmidiaceen nur nach einer

Reduktionsteilung sich herausbilden. In der paarweise zusammengehörigen Figur 172 4d ist der Kleinkern wesentlich reduziert, der Großkern stark angeschwollen, an beiden Körpern ist eine Einschnürung des Plasmakörpers im oberen Drittel zu erkennen. Auch das ist alles klar.

Die Hypothese nimmt nun an, daß die Stadien der Fig. 172 4 in den Entwicklungsgang der Fig. 172 3 hineingehören. Die Zelle Fig. 172 3d ist stark herangewach-

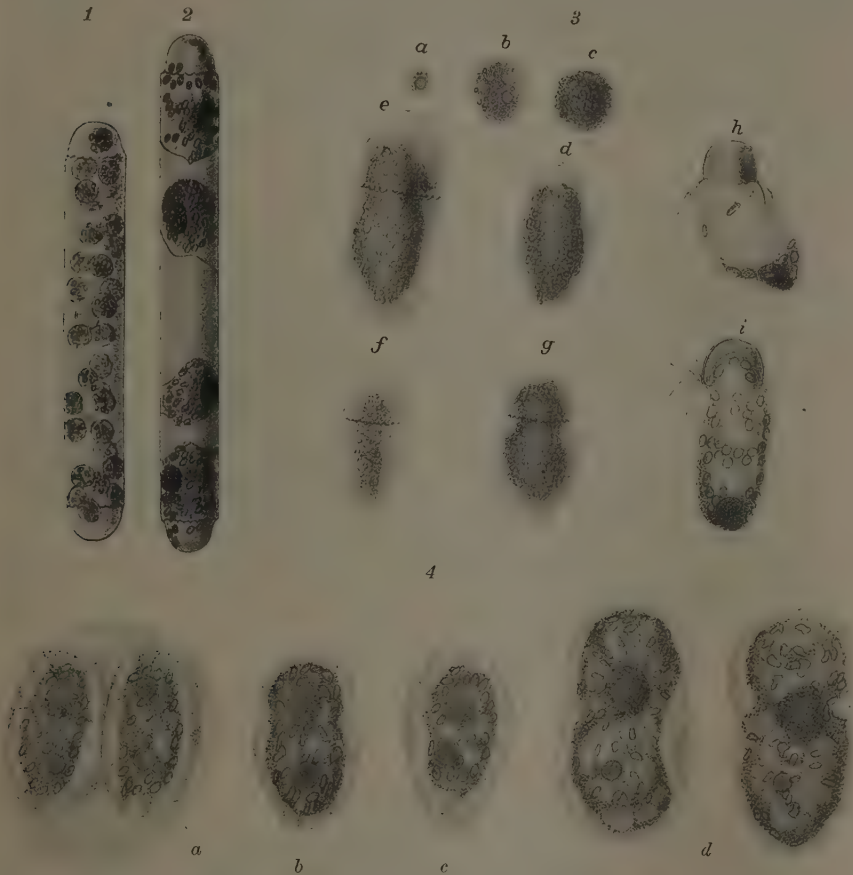


Fig. 172. *Corethron Valdiviae*. Mikrosporenbildung und Entwicklung. 1 und 2 Teilung des Plasmakörpers in vier bis zu 128 Mikrosporen. 3a—i Entwicklung der Zygote bis zur Bildung einer Oberschale. 4 Nach der bei der Keimung stattgehabten Reduktionsteilung der Zygote. 1, 2 332/1, 3, 4 800/1. (Nach G. Karsten [24].)

sen; die aus den beiden Gameten stammenden Kerne, die in Fig. 172 3b sichtbar waren, sind in 3c und d nicht zu erkennen, sie dürften in Vereinigung und Umbildung begriffen sein, denn es muß ja eine Reduktionsteilung stattfinden, die nach Analogie der gesamten Konjugaten bei der Keimung erfolgen wird. In der Fig. 172 4a würden, wie es bei *Closterium* beobachtet ward, zwei Keimlinge noch von gemeinsamer Gallert-hülle umschlossen vorliegen, jeder mit zwei gleichgroßen, aus der Reduktionsteilung herrührenden Kernen versehen und mit zahlreichen, denen von *Corethron* gleichenden Chromatophoren. Wie in den bekannten Klebahn'schen Figuren von *Closterium* sieht

man in Fig. 172 4 b und c, die nicht als Paar zusammengehören, die Kerne sich in oberen Großkern und unteren Kleinkern differenzieren, und in den wieder paarweise zusammengehörigen Figuren Fig. 172 4d ist der Kleinkern zu winziger Größe geschwunden, der Großkern mächtig herangewachsen. Der Plasmakörper (Fig. 172 4 d) hat im oberen Drittel eine scharfe Einschnürung erfahren und so leitet diese Figur direkt zu Fig. 172 e hinüber, wo in der Einschnürung die Anlage des *Corethron*-Ringkragens deutlich wird. Die Reihenfolge, Fig. 172 3 f, g, h, i, zeigt die langsame Formung des Scheitels und Ausscheidung einer erst sehr dünnen, dann in i dichteren, festen Schale, den ansetzenden Ringkragen mit ausspreizenden, noch sehr kurzen Borsten. Die Chromatophoren haben sich sehr vermehrt und der Kern ist ins untere, noch unvollendete Ende gewandert, wo die andere Schale ausgeschieden werden muß. Der beide Schalen verbindende Gürtel, aus zahlreichen Zwischenbändern aufgebaut, wird dann die *Corethron*-zelle vollständig machen. Damit wäre die Entwicklung von den *Corethron*-Mikrosporen über Zygotenbildung aus den freigewordenen Gameten, Reduktionsteilung bei der Zygotenkeimung, Umbildung der beiden Keimlingskerne in Groß- und Kleinkern, Vereinzelung der beiden herangewachsenen Keimlinge aus der sie gemeinsam umschließenden Gallerthülle und Heranwachsen der Zellen zu vollständigen *Corethron*-Zellen verfolgt, deren Größe den kleinsten frei gefundenen *Corethron*-Zellen fast genau gleichkam: kleinste normale Zelle 32 : 14  $\mu$ , Keimlinge 22—38 : 14—16  $\mu$ . Durch Auxosporenbildung können dann ja die fertiggestellten *Corethron*-Zellen zu normaler Größe heranwachsen.

Diese Hypothese, deren Folgerichtigkeit einleuchtet, entspricht, wie wir jetzt wissen, nicht dem wirklichen Verhalten aller *Centrales*, doch ist es ja auch nicht notwendig, ja nicht einmal wahrscheinlich, daß alle *Centrales* demselben Schema folgen. Jedenfalls aber gewinnt man eine Anschauung, wie der Entwicklungsgang verlaufen kann, wenn der einfachere Weg der Reduktionsteilung bei Bildung der Gameten, wie ihn die Biddulphien eingeschlagen haben, nicht gewählt wird.

Wenn auch anzuerkennen ist, daß die sicher bekannten Tatsachen der *Corethron*-Entwicklung gestatten, eine den Biddulphien gleiche Entwicklung anzunehmen, so bleibt dann die Frage übrig, wohin gehören die in Fig. 172 4 dargestellten, doch tatsächlich vorhandenen Zellen? Nimmt man aber andererseits an, daß der geschilderte in dem einen Punkte hypothetische Entwicklungsgang von *Corethron Valdiviae* zu Recht besteht, so wäre ein Teil der *Centrales* mit diploiden Zellen (*Biddulphia*) wie die *Pennales* ausgerüstet, ein anderer dem Muster von *Corethron* entsprechender Teil mit haploiden Zellen versehen. Wenn nun auch die Erfahrung lehrt, daß der Punkt, wo die Reduktionsteilung erfolgt, gleichgültig ist, so wäre diese Trennung innerhalb der *Centrales* doch recht auffallend, und bis sich unsere Kenntnisse über die Mikrosporenweiterentwicklung nicht wesentlich erweitert haben, wird man gut tun, den tatsächlich in allen Punkten von der Gametenbildung bis zur Zygote nachgewiesenen Gang für den wahrscheinlicheren zu halten.

### 7. Apogamie bei den *Centrales*.

Es ist vorher (S. 168) auf die Arbeit von G. Murray (50) hingewiesen, der Abbildungen von *Coscinodiscus concinnus* (lc. Taf. II, Fig. 94—97) brachte, wo mikrosporenähnliche Bildungen in der Zahl von 4—16 in zum Teil bereits vergallerten Zellen lagen; von diesen eingeschlossenen Zellen waren einige bereits zu fertigen mit Schalen bekleideten *Coscinodiscus*-Zellen geworden. Ähnliche Bildungen zeigen Fig. 173 1 u. 2, wo ebenfalls eine Anzahl zum Teil zu noch weiterer Zerteilung sich anschickender Mikrosporen in einer  $\pm$  verquellenden *Coscinodiscus*-Zelle oder der einer nahe verwandten zentrischen Form liegen. Nun ist ja zwar durch die Beobachtungen von Pavillard (56) das Vorkommen frei schwärmender Mikrogameten für *Coscinodiscus* festgestellt, aber das scheint doch nicht das allgemeine Schicksal der gebildeten *Coscinodiscus*-Mikrosporen zu sein, da die in den Mutterzellen eingeschlossenen fertigen Tochterzellen kaum anders als aus der Umbildung von Mikrosporen hervorgegangen sein können. Da nun bei den später zu schildernden *Pennales* die Apogamie eine weit verbreitete Erscheinung ist, so ist auch hier das Vorliegen einer apogamen Entwicklung kaum von der Hand zu weisen.

Auch scheint die Möglichkeit der Zygotenbildung bei frei lebenden Planktonzellen, wie den trotz großer Menge stets isolierten Zellen der *Coscinodiscen* recht beschränkt zu sein. Sie hängt doch offenbar von der Menge zusammen vorkommender Individuen

ab, die bei der vermöge der verquellenden Pektinschicht der äußeren Schalenbekleidung entstehenden Viskosität des Meeres vielleicht etwas günstigere Bedingungen für die Begegnung der Mikrogametenschwärmer finden. Diese Massenhaftigkeit des Vorkommens ist freilich stellenweise z. B. im Winterplankton der Kieler Bucht (1898) eine überwältigende, aber gerade die großen Formen wie *Coscinodiscus rex* Wallich u. a. bleiben doch mehr vereinzelt, und so dürfte die Apogamie ihrer Mikrosporen die beste Möglichkeit sein, für Nachkommen zu sorgen. Bei andern Formen, wie den *Corethron*- oder *Chaetoceras*-Arten wird ja schon die Verstrickung mit den Hörnern, Borsten und Fangarmen für innigeres Zusammenhaften sorgen, und so müssen die Bedingungen für Mikrogametenverschmelzung hier sehr viel günstiger liegen, vor allem, da innerhalb solch dichter Zellmassen auch die Viskosität des Wassers eine viel größere ist und derartige Flockenbildung, wie sie die *Corethron*-Keimlinge umschloß, begünstigt. Demnach wäre die apogame Entwicklung der *Coscinodiscus*-Formen als eine Anpassung an das mehr vereinzelte Vor-

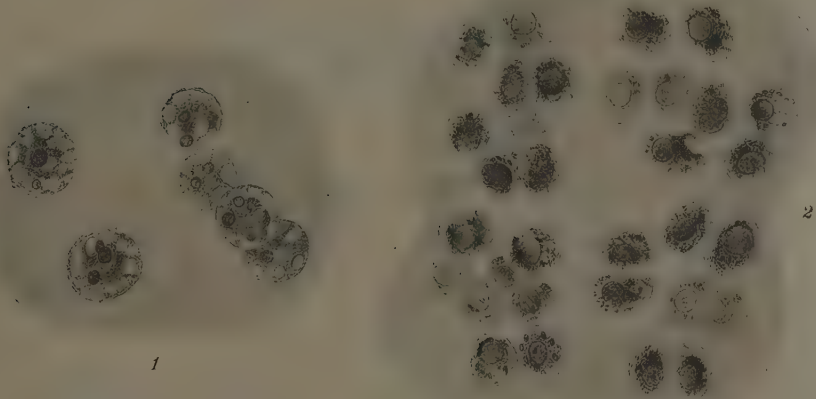


Fig. 173. *Coscinodiscus* spec. Mikrosporenentwicklung innerhalb der verquellenden Schalen, vermutlich apogame Weiterbildung. 1 500/1, 2 332/1. (Nach G. Karsten [24].)

kommen dieser großen Planktonformen aufzufassen, denen eine dichtere Anhäufung der Individuen vermöge ihrer Form verwehrt bleibt.

## II. Pennales.

Das für die pennaten Grunddiatomeen charakteristische Merkmal ist der zygomorphe Schalenbau, dessen Zeichnung sich auf eine Mittellinie, die *Raphe*, bezieht. Diese Raphe ist bei den höchst entwickelten Formen eine Schalendurchbrechung, die für Stoffwechsel und Atmung von großer Bedeutung ist, deren Hauptaufgabe aber in der Ermöglichung einer freien Ortsbewegung der Zellen liegt. Somit sind an erster Stelle zu erörtern:

### 1. Die Bewegungserscheinungen der pennaten Diatomeen.

Schon seit langer Zeit ist die Bewegungsfähigkeit zahlreicher Formen von pennaten Diatomeen bekannt, besonders hatte sich Max Schultze damit beschäftigt. Die Verschiebung von Fremdkörpern der Wandung der Diatomeen entlang deutete auf eine vom Zellinneren ausgehende bewegende Einwirkung der Zelle hin, die dann auch für die Bewegungen der Zelle selbst verantwortlich gemacht werden mußte.

Eine Lösung fand die Frage der Diatomeenbewegung durch zahlreiche Arbeiten Otto Müllers (42, 43). Beginnen wir mit dem einfacheren Fall, so ist das die soge-

nannte Kanalaraphe Müllers, die das Bewegungsorgan der Nitzschien, Surirellen und ähnlicher Formen darstellt. Der Transversalschnitt von *Surirella* (Fig. 174 I) zeigt auf den vier weit vorspringenden Ecken, den Flügeln, ein kleines Knöpfchen, das mit Plasma gefüllt ist und mit dem Zellinnern in Verbindung steht. Bei stärkerer Vergrößerung sieht man (Fig. 174 2), daß dieses Knöpfchen am Scheitel durchbrochen ist und ein Längsschnitt durch diese Flügel (Fig. 174 3) zeigt einen plasmaführenden Kanal (*lk*), der den Flügel seiner ganzen Länge nach durchsetzt und der durch einen Spalt (Fig. 174 4) mit der Außenwelt in Verbindung steht, wie der Querschnitt (Fig. 174 2) ja beweist. Der Längskanal aber erhält durch Querkanaile, in die auch Chromatophorenzipfel hineinragen, seine Beziehungen zu dem Zellinneren stetig aufrecht. Ein im Längskanal strömendes Plasma, das an die Oberfläche tritt, ist hier also in Verbindung mit

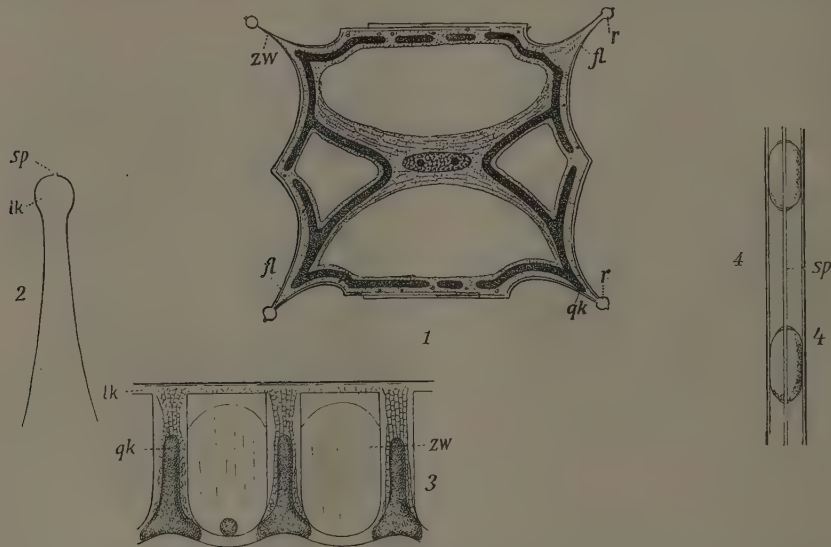


Fig. 174. 1—4 *Surirella calcarata*. 1 Transversalschnitt (675/1), 2 ein Flügel im Querschnitt, stärker vergr. 3 derselbe im Längsschnitt, 4 derselbe von der Kante. 2—4 725/1. (Nach Lauterborn [28].) *fl* Flügel, *qk* Querkanal, *zw* Zwischenstück, *r* Raphe, *sp* Spalt (den Flügel durchbrechend), *lk* Längskanal. (Aus Oltmanns.)

dem Medium, und die lebendige Kraft kann einmal Fremdkörper der Spalte entlangführen, andererseits bei größerer Strömungsgeschwindigkeit die Zelle durch den Reibungswiderstand des Plasmas am Wasser in der der Strömungsrichtung entgegengesetzten Richtung geradlinig fortbewegen. Müller hat die dafür notwendige Geschwindigkeit des Plasmabandes auf  $25 \mu$  in der Sekunde für *Nitzschia sigmoidea* berechnet.

Sehr viel komplizierter ist der Bewegungsapparat bei den mit Knoten im Verlauf der Raphe versehenen Formen wie *Epithemia*, *Achnanthes* und besonders den *Naviculaceen*. Beziehen wir uns, wie O. Müller, auf eine der großen *Pinnularia*-Formen, so diene die Schale (Fig. 175 6) als Beispiel. Die Mittellinie der Zeichnung zeigt die sog. Pinnularien-Raphe, die durch den Besitz eines starken Mittelknotens und zweier Endknoten, die von ihr halb umlaufen werden, ausgezeichnet ist. Sie sind, nach O. Müller, »durch je ein an der äußeren und ein an der inneren Zellwandfläche verlaufendes System von Spalten und Kanälen miteinander verbunden. Jeder der beiden Endknoten wird von einer Spalte durchbrochen, der halbmondförmigen Polspalte (Fig. 175 3 *psp*), die durch den äußeren Endknotenkanal in mehrfachen schraubigen Windungen in den äußeren Raphenspalt (*asp*) übergeht«. Die äußere Raphenspalte (*a*) verläuft dann kanalartig gegen den Zentralknoten hin und wird (Fig. 175 2) durch einen die Wand schräg

durchsetzenden Kanal (*vk*) mit der inneren ebenfalls kanalartigen Innenspalte (*i*) verbunden, so daß beide von oben und unten kommenden Kanäle in spitzem Winkel zusammentreffen (*vk*), der in den dicken ins Zellinnere vorstoßenden Zentralknoten (*ckn*) einschneidet. Auf der anderen Schalenhälfte verhält sich die Sache ebenso, und endlich werden linke und rechte Schalenhälfte durch einen auf der Innenseite des Zentralknotens laufenden Verbindungskanal oder -schleife (*schl*) miteinander verbunden. Verfolgen wir nun die innere Raphenspalte zurück in ihrem Verlaufe gegen den Endknoten hin (*isp*), so trifft (Fig. 175 3) sie im Endknoten auf den sogenannten Trichterkörper (*tk*) (vgl. Figurenerklärung) eine Membranfalte, welche in der Endknotenöhlung nach Art eines

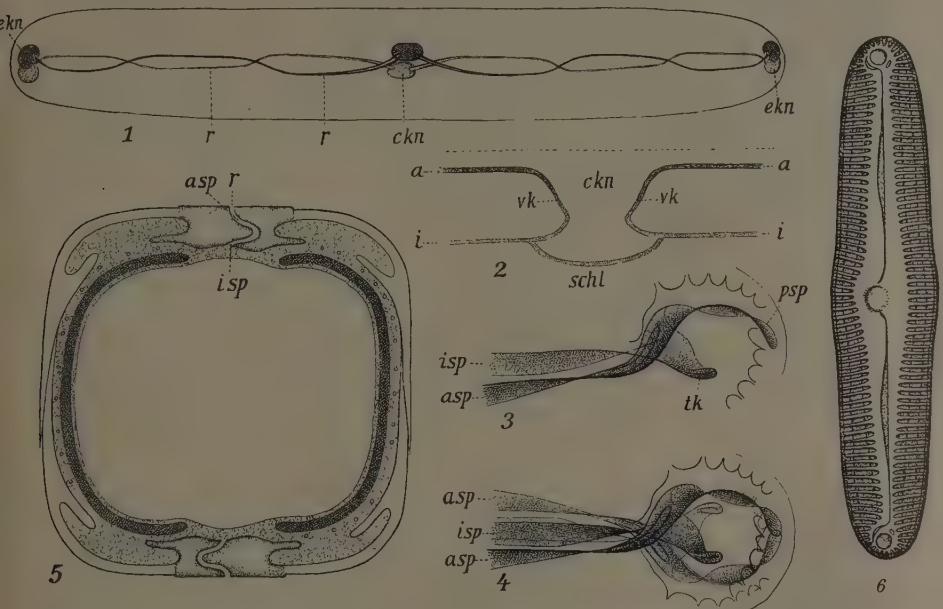


Fig. 175. *Pinnularia viridis*. (1–4 nach O. Müller [43], 5 nach Lauterborn [28].) 1 Schalen übereinander um den Verlauf der Raphe zu zeigen. 2 Verbindung der Raphenkanäle im Zentralknoten (Medianschnitt). 3 Endknoten mit Trichterkörper und Polspalte. Der Trichterkörper liegt innerhalb der mit *tk* getroffenen Plasmalfalte, die ihn umströmt. 4 Dieselben Organe in Epitheka und Hypotheka aufeinander projiziert. 5 Transversalschnitt durch die Zelle. *ckn* Zentralknoten, *asp* äußerer, *isp* innerer Spalt, *ekn* Endknoten, *vk* Verbindungskanal, *schl* Schleifenverbindung, *r* Raphe, *tk* Trichterkörper, *psp* Polspalte. (Aus Oltmanns.) 6 Die ganze Zelle von der Schalen- seite. (Nach Pfitzer [61].)

Propellers ausgespannt ist. Das auf den Trichterkörper treffende und ihn umfließende Plasma der inneren Spalte kann offenbar in die Endknotenöhlung ausströmen und in die Polspalte gelangen, wo es dann in der äußeren so vielfach schraubig gewundenen Spalte gegen den Zentralknoten hin zurückströmt.

Der Vergleich mit einem Schiffspropeller wird durch diesen Bau der Endknoten nahegelegt; projiziert man aber die Endknoten der Epivalva und Hypovalva übereinander (Fig. 175 4), so werden die halben Windungen des Propellers jeder Schale für die Zelle zu einer vollen Windung ergänzt. — Müller läßt also äußeren und inneren Kanal (*isp* u. *asp*) getrennt verlaufen, was in der Figur (175 5) von Lauterborn nicht zum Ausdruck gelangt. Für die Bewegung dürfte es gleichgültig sein, wenn es überhaupt so genau unterschieden werden kann.

Zwischen den Darstellungen O! Müllers und Lauterborns bestanden zunächst erhebliche Differenzen, doch hat Lauterborn sich später der Müllerschen Darstellung stillschweigend angeschlossen. In Tuscheemulsion gebrachte Pinnularien

verbreiten zunächst einen hellen Hof um die Zelle; geht diese dann in Bewegung über, so entsteht am vorderen Endknoten ein Wirbel von Tuschepartikelchen, diese begleiten dann die Raphe bis an den Zentralknoten, von wo sie als Körnchen-Fäden abgestoßen werden, während die Zelle weiter vorwärts schwimmt. Frühere Autoren sprechen stets von gleiten, was die Vorstellung erweckt, daß die Bewegung nur auf geeigneter Unterlage erfolgen könne. Da aber einwandfrei festgestellt ist, daß die Zelle sowohl in Schalen- wie in Gürtellage sich gleichartig bewegt, so handelt es sich um Schwimmen, und nur das hohe spezifische Gewicht der Diatomeen wird der Grund sein, daß die Zellen meist dem Boden aufliegen.

Die Bewegung selber wird bei der geradlinigen Kanalaraphe, wie bei der  $\pm$  gebogenen Pinnularienraphe, also durch die Reibung des in den Raphekanälen strömenden Plasmas am Medium ermöglicht, und Müller hat nachgewiesen, daß die motorischen Kräfte ausschließlich an diesen Raphen eingreifen, und daß die Plasmaströme in den Raphen die Ortsbewegung des Zellkörpers zur Folge haben, wenn sie eine Geschwindigkeit überschreiten, welche mindestens das 1,5-fache der dem Zellkörper mitzuteilenden Geschwindigkeit beträgt. Dabei muß der Widerstand überwunden werden, den die Reibung der sich bewegenden Zelle erfährt und Müller

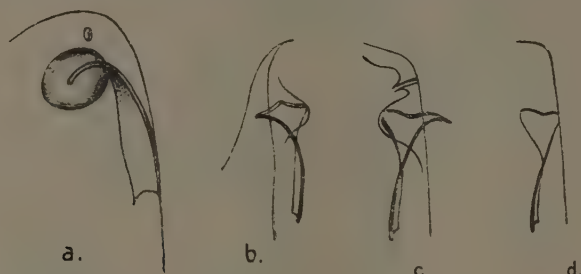


Fig. 176. *Eunotia Clevei* Grun. Raphenanfang (2000/1). (Nach Fr. Hustedt [26a].)

nimmt an, daß der Zellkörper von einer Wasserhaut umgeben ist, so daß der Reibungswiderstand sich nicht auf diejenige der Zellwand am Wasser, sondern der Wasserhaut am Wasser bezieht. Andernfalls wäre der Reibungscoefficient größer und es müßte vermehrte Arbeit geleistet werden. Eventuell kommt hier aber die Manginsche äußere Pektinhülle mit in Betracht?

Diese Beweglichkeit der Zellen ist also auf die mit echten, sei es Kanal-, sei es Pinnularien-Raphen versehenen Formen beschränkt, es wird sich zeigen, daß diese Fähigkeit auch bei der Fortpflanzung eine Rolle spielt.

Heinzerling (18a) hat versucht Einwände gegen diese Bewegungstheorie von O. Müller vorzubringen. Doch sind diese Einwendungen nur auf Einzelbeobachtungen begründet und würden auch wohl andere Erklärungen zulassen als der Autor sie sich zurechtgelegt hat. So wird man stets auf die Arbeiten O. Müllers als grundlegend zurückgreifen müssen.

Mit Recht wird man fragen, ob dieser hochorganisierte Bewegungsapparat sogleich fertig wie Pallas Athene aus dem Haupte Zeus' hervorgegangen sei oder ob nicht Vorstufen oder Anläufe zu einem solchen Apparate aufzufinden seien. Schon O. Müller (43a) hat bei der Gattung *Eunotia* eine Schalendurchbrechung des von einer kleinen Area umgebenen Endknotens nachgewiesen, ohne jedoch völlige Klarheit schaffen zu können. Neuerdings ist es Fr. Hustedt (26e) gelungen, die schwierigen Verhältnisse bei verschiedenen Arten von *Eunotia* festzustellen. Dem Hohlkörper der Naviculaceen-Endpolarknoten entspricht bei *Eunotia* ein massiver Knoten, in den »Endporenkanäle« (Fig. 176a) eingeschnitten sind, welche eine Membrandurchbrechung des sagittalen Schalenendes darstellen, die sogleich nach der ventralen Seite umbiegt und ein kurzes Stück auf die Schalenfläche übergreift. Dieser Raphenspalt bildet zwei Rinnen (Fig. 176

b, c), eine äußere und eine innere, die durch Porenkanäle (Fig. 176 d) miteinander in Verbindung stehen. Diese Porenkanäle waren freilich nicht in allen Fällen sicherzustellen.

Dieselben Verhältnisse sind an jedem Endknoten der beiden Schalen vorhanden, so daß also vier voneinandergetrennte »Raphenanfänge« vorhanden sind, deren jeder nur  $\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{16}$  von der Länge der Sagittalachse beträgt. Bei diesen geringen Ausmaßen hält Hustedt eine Bewegungsfähigkeit der *Eunotia*-Zellen mit Hilfe dieser Raphenanfänge mit Recht für ausgeschlossen. Auch sah Hustedt die *Eunotia*-Zellen niemals in Bewegung begriffen. Doch können sie in Verbindung mit einem an jedem oder doch einem Schalenpole nachweisbaren Gallertporus sehr wohl für den Stoffwechsel der Zellen Sorge tragen.

Diese für *Eunotia* (*Desmogonium*) und *Actinella* nachgewiesenen Raphenanfänge denkt Hustedt sich als phylogenetische Vorläufer der echten Naviculaceenraphe. Er betrachtet den Raphenspalt als den primären, die Knoten als sekundären Teil der Raphe, so daß die primitivsten Formen auch in der Tat eines Endknotens entbehren (*Peronia*). Die Knotenbildung sei dann zuerst an den Enden des Raphenanfanges erfolgt als massive Membranverdickung, die das Ende der Membrandurchbrechung umlagerte. Die Bildung der Endporenkanäle stellt einen weiteren wichtigen Schritt der Weiterentwicklung dar und die bei den Naviculaceen erfolgte Verlängerung der Raphen gegen die Zellmitte hin habe dann zur Bildung des Zentralknotens geführt. Von diesem vorher in seiner Funktion der Bewegung geschilderten Zustande ist derjenige der Raphenanfänge bei den *Eunotioideae* freilich noch weit entfernt.

Der hier angenommenen Auffassung: in der *Eunotia*-Raphe ein rudimentäres im Aufstiege begriffenes Organ zu erblicken, steht die Auffassung von Gemeinhardt (11 b) gegenüber, der vielmehr ein reduziertes, also von vollständigerem Zustande her abgeleitetes Organ darin erblicken will. Für diese Auffassung werden keinerlei Beweise angeführt, doch drängt sich da die Frage auf, wie soll denn die vollkommenere Raphe ausgesehen haben? Der eckig-winkelige Verlauf des Raphenanfanges ist, wie mir scheinen will, wohl als ein noch verbesserungsfähiges Organ denkbar, aber nicht als Rest einer früher vollkommenen Ausgestaltung einer Bewegungsraphe.

## 2. Wachstum der pennaten Diatomeenzelle.

Ein Längenwachstum der Diatomeenzellen ist, wie schon gezeigt ward, nur in Richtung der (Pervalvarachse) Längsachse möglich, indem Epivalva und Hypovalva sich voneinander entfernen. Das Ausmaß dieses Wachstumes ist bei den pennaten Diatomeen in der Mehrzahl der Fälle ein beschränktes, durch die Länge der Gürtelbänder bestimmt. Ist diese größte Länge erreicht, so tritt Teilung der Mutterzelle ein. Innerhalb der Pennaten machen jedoch die Tabellarien eine Ausnahme, indem sie  $\pm$  zahlreiche Zwischenschalen einschieben, so daß ihre Längenausdehnung um das Vielfache der Anfangszelle zuwachsen kann. Ihre sternförmigen Chromatophoren vermehren sich dem vergrößerten Volumen entsprechend unter Zerlegung des im Zentrum eines jeden befindlichen Pyrenoids, (wie Fig. 123 zeigt). Eine in Schalen und Zwischenschalen zerfallende Zelle von *Rhabdonema arcuatum* ist in Fig. 103 A dargestellt, während in Fig. 94 ganze durch Gallertausscheidungen an ihren Zellecken und Schalenrändern zusammenhaltende Ketten von *Rhabdonema* und *Grammatophora* wiedergegeben sind.

Neue Angaben von Gemeinhardt (11 b, 11 e) über sekundäres Wachstum von *Synedra* und anderen pennaten Formen, sind mit größter Vorsicht aufzunehmen, da die angeblichen Beweise für die Tatsache sich meist innerhalb der Variationsbreite der betreffenden Arten bewegen. Außerdem liegt keinerlei Beweis dafür vor, daß die notwendige gleichmäßige sekundäre Verlängerung der zugehörigen Schale der Zelle nachweisbar sei, da stets nur mit einzelnen Schalen operiert wurde. Die teratologischen Schalen, denen ein Längenwachstum zugeschrieben wurde, dürften z. T. als erste Nachkommen von Auxosporen, wenn nicht Auxosporen selbst, anzusehen sein, wo ja abweichende Schalenform und Struktur aufzutreten pflegen.

Kettenbildung pennater Formen ist noch das Mittel, das ihre Aufnahme in das Plankton des Süßwassers, wie des Meeres ermöglicht. So ist die Fig. 100 dargestellte *Bacillaria* (*Nitzschia*) *paradoxa* eine im Küstenplankton verbreitete Art. *Nitzschia seriata*

in ähnlichen Ketten auftretend, ist als Gesamtkette beweglich, kann aber die einzelnen Zellen der Kette nicht wie *Bacillaria* gegeneinander verschieben. Besonders häufig aber treten lange Bänder von *Fragilaria*-Arten im Plankton auf, die mit ihrer ganzen Schalenoberfläche bei den Teilungen aneinander haften bleiben. *Fragilaria*-Ketten sind im Süßwasser- wie Meeresplankton — wenigstens an den Küsten — gleich häufig. Ebenso sind die sternförmigen Kolonien von *Asterionella* mit hinreichendem Formwiderstand ausgerüstet, um im Plankton lebensfähig zu sein. Anschließend mag erwähnt sein, daß die einzeln lebenden Planktonformen von *Synedra*, bes. *Thalassiothrix*-Arten, durch enorme Ausdehnung ihrer, bisweilen leicht gekrümmten Schalen sich schwimmfähig zu machen imstande sind. Ob die Bewegungsfähigkeit einige seltenere Naviculoideenzellen in die

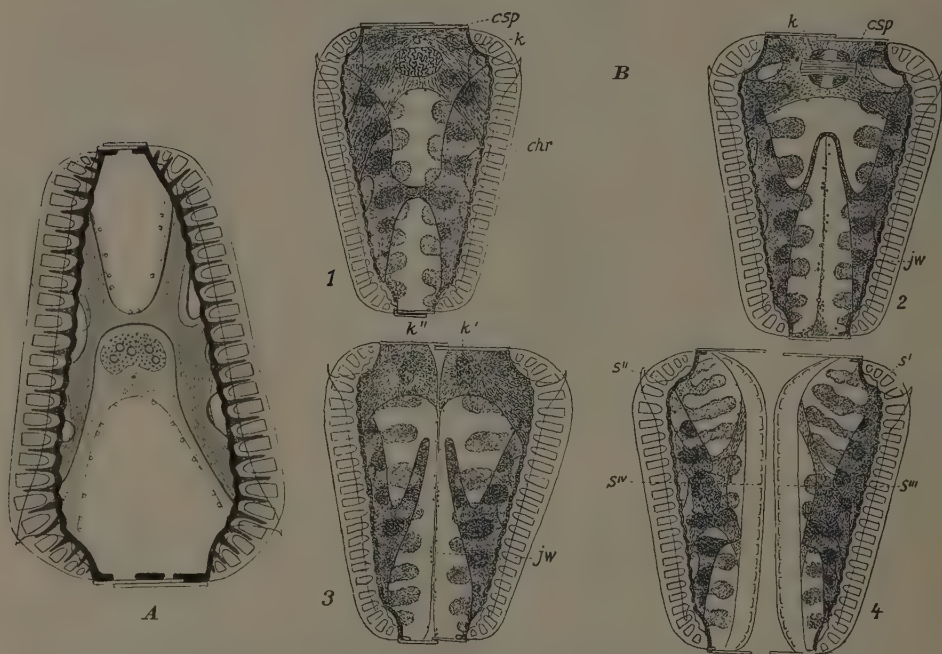


Fig. 177. *Surirella calcarata*. A Zelle im Ruhezustand von der Gürtelseite. B 1–4 Teilungszustände (vergl. den Text). 300/ $\mu$ . (Nach Lauterborn [28].)

Gesellschaft der Planktonten gebracht hat, wie *Tropidoneis*, *Pleurosigma* u. a., ist wohl anzunehmen, aber bleibt immer auf Einzellerscheinungen beschränkt.

### 3. Die Fortpflanzung der Pennales.

Auf das Wachstum der Zellen folgt stets die Zellteilung und bei der Teilung müssen alle wesentlichen Organe der Zelle soweit sie in gesetzmäßig beschränkter Zahl vorhanden sind, mit geteilt werden, um in der neuen Generation in derselben Weise und Zahl vertreten zu sein. Das gilt in erster Linie für die Chromatophoren und für den Zellkern.

Bei den *Centrales* ist die Zahl der Chromatophoren meist eine unbestimmt große, bei den *Pennales* häufiger eine festbestimmte, so kommt die Chromatophorenteilung für sie mehr in Betracht. Da die wesentlichen Erscheinungen bereits unter dem Abschnitt Chromatophoren erörtert worden sind, kann hier darauf hingewiesen werden.

Dagegen ist die Kernteilung noch nicht behandelt worden, und so mag diese in Ver-

bindung mit der Teilung einer besonders komplizierten und großen, gut bekannten Diatomee dargestellt werden, an der von Lauterborn (28) bearbeiteten und in ausgezeichneten Abbildungen dargestellten *Surirella calcarata*.

Da das in alle feinsten Einbuchtungen des Flügelkiesels miteindringende Chromatophor, das auch die Schalenflächen bedeckt, die Einsicht von der Schalen Seite verhindert, ist die Darstellung nur von der Gürtelseite aus möglich.

Fig. 177 A zeigt die Zelle im Ruhezustand. Das Chromatophor ist dunkelschraffiert. In der Zellmitte ist ein breites Plasmaband vorhanden, das sich nach dem oberen, breiteren, wie dem schmälern unteren Zellende zu ausbreitet. Im Zentrum liegt ein nierenförmiger Kern mit mehreren Nucleolen und in der Einbuchtung ein Centrosom, als winziger Punkt. Hierin weicht die Darstellung von G. Karsten (21) ab, da dieser das Centrosom erst mit Beginn der Teilung auftreten sah. Das Centrosom zeigt eine starke Strahlung und unter dem Einflusse dieser Strahlung wandert der Kern in dem Plasmabande bald nach rechts bald nach links: stets dem Centrosom die Seite der früheren Einbuchtung zukehrend. Er verwandelt dabei seine Form, die mehr und mehr kugelig abgerundet wird und ebenso seinen Inhalt. Die Chromatinmassen ordnen sich zu zirka 120—130 Chromosomen an. Centrosom, Kern und Plasma sind schließlich in den oberen breiteren Vacuolenraum gewandert, den sie vollkommen ausfüllen, so daß jetzt eine einheitliche, nur von der schmalen Verbindungsbrücke der beiden Chromatophorenteile durchsetzte große Vacuole den ganzen übrigen Zellraum füllt (Fig. 177 B 1). Die auf den Kern gerichtete Strahlung des Centrosoms nimmt ständig zu und es tritt ganz nahe an den Kern heran, um schließlich in ihn einzudringen. Bald durchdringt es den Kern vollkommen, indem es eine Zylinderform annimmt, aus dessen Höhlung die Strahlung fort dauert (Fig. 177 B 2). Dann sieht man die Chromosomen dicht um diesen Zylinder, die Zentralspindel, die quer zur Längsrichtung der Zelle gelegen ist, zusammengeballt, wobei sie als einheitliche Masse auftreten und einzeln unkenntlich werden, bis sich ein Längsspalt (d. h. quer zur Zentralspindel) in dieser Masse zeigt, der die Kernteilung bedeutet. Die beiden Teile schieben sich an der Zentralspindel entlang nach links und rechts auseinander und trennen sich darauf vollkommen, indem jeder einen Teil des Centrosoms umschließt, dessen Strahlung schwächer wird.

Inzwischen ist vom unteren Ende her der Beginn der Schalenbildung sichtbar geworden, der die schmale Chromatophorenbrücke vor sich herschiebt und schließlich durchteilt. Die beiden neuen Schalen werden mit ziemlicher Schnelligkeit fertiggestellt und die Tochterzellen bleiben eine Zeitlang noch unter dem Schutze des mütterlichen Gürtelbandes (Fig. 177 B, 3, 4).

Das an der schmalen Verbindungsbrücke durchgeteilte Chromatophor zeigt in seinen Hälften nun eine Reaktion auf diese Teilung. Sie kontrahieren sich stark, ziehen alle ihre Auswüchse ein und die in das schmalere, untere Zellende gehörende Hälfte weicht von der älteren Schale vollkommen zurück, so daß die Zelle hier hell, chromatophorenleer erscheint. An der mit »u« bezeichneten Stelle (Fig. 178 I) biegen sie sich um und schmiegen sich unter dem bereits die Zellmitte einnehmenden Kern hinweg der inneren

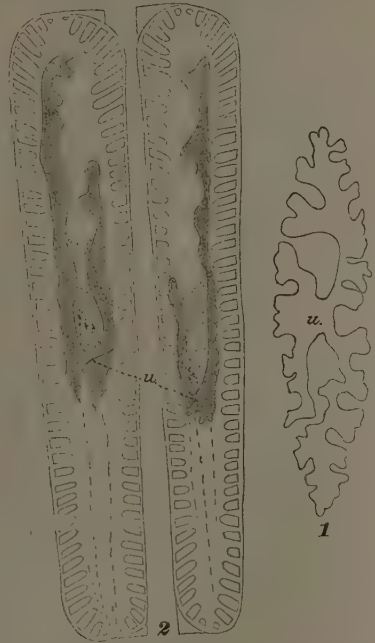


Fig. 178. *Surirella saxonica*. 1 Chromatophor, kontrahiert nach der Teilung. Bei »u« war die Verbindungsbrücke. 2 Neubildung der Chromatophorenhälften in den neuen Zellen. (Nach G. Karsten [21].)

Schale (der neuen, jüngeren) an. Das Chromatophor wächst nun an dieser Schale entlang dem oberen Zellende entgegen, um dann erst auch nach unten hin auszuwachsen und die Chromatophorenfläche wiederherzustellen. In der Fig. 178 2 ist das bereits einigermaßen zu verfolgen, wenn man die links gelegene weiter entwickelte Tochterzelle mit der anderen vergleicht. So ist bei *Surirella* mit der Teilung selbst noch lange nicht der Normalzustand der beiden Tochterzellen hergestellt, sondern erst nach längerer Zeit ist das definitive Ende der Teilungsfolgen erreicht und das Chromatophor über die ganze Schale hin und in die Flügelkammern hinein ausgebreitet. Die von Pfitzer angenommene und auch noch von Schütt vertretene flächenhafte Spaltung des *Surirella*-Chromatophors ist also durch die gegebene Darstellung zu ersetzen.

#### 4. Auxosporenbildung bei pennaten Diatomeen.

Die Bildung der Auxosporen hat schon früher die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen. Thwaites wird von W. Smith als der erste genannt, der den Vorgang an *Epithemia turgida* 1847 beobachtete. Eine größere Zahl derartiger Auxosporen bildet W. Smith (2) bereits 1853 ab und unterscheidet vier verschiedene Arten des Vorganges: zwei Mutterzellen bilden aus ihrer Vereinigung zwei Auxosporen, zwei Mutterzellen vereinigen sich zu einer Auxospore, aus einer Mutterzelle entsteht eine und schließlich aus ebenfalls einer Mutterzelle bilden sich zwei Auxosporen. Die Auxosporen werden Sporangien genannt.

Ein Fortschritt in mancher Hinsicht ist bei Joh. E. Lüders (29) zu beobachten, der über Organisation, Teilung und Kopulation verschiedener Meeresdiatomeen berichtet. Grundlegend für den Zellenbau ward dann die bekannte Arbeit Pfitzers (61), die aber gerade für die Auxosporenbildung wenig neues Material brachte.

Sucht man den Anschluß der pennaten Formen der Auxosporenentwicklung an den bei den *Centricae* beobachteten, so muß man naturgemäß die ältesten und verhältnismäßig primitiven Formen heranziehen (25a). Das sind zweifelsohne die Tabellarien, da für die vielleicht noch primitiveren Fragilarien einstweilen keine zuverlässigen Beobachtungen über Auxosporenentwicklung bekannt sind.

Die Tabellarien schließen von allen pennaten Formen in ihrem Bau am nächsten an die *Centrales* an. Wie bei *Terpsinoë* und *Anaulus* sind alle Tabellarien durch Transversal- oder meist Quersepten gefächert, die mit den Zwischenbändern eingeschoben werden, deren Zahl von 1. bei *Grammatophora* bis zu unbestimmt vielen bei *Rhabdonema* und *Tabellaria* wechselt.

Wie der Zellenbau ist auch die Auxosporenbildung derjenigen der *Centricae* ähnlich, insofern als die Zellen einen reinen Teilungs- und Wachstumsprozeß eingehen, wie es für *Rhizosolenia*, *Chaetoceras* und *Corethron* vorher dargestellt werden konnte.

Eine Beobachtung von Hustedt (26) über »Mikrosporenähnliche« Gebilde in *Eunotia*-Zellen erschien zunächst rätselhaft, ebenso wie Befunde von West, der dickwandige Mikrosporen bei *Surirella spiralis* auffand. Daß diese Bildungen nicht in den normalen Entwicklungsgang einzureihen waren, konnte kaum zweifelhaft sein. Da gibt die Beobachtung von Kolbe (27a), der derartige »Mikrosporen« verschiedentlich bei *Nitzschia vitrea* auffand und dafür eine Erklärung gibt, den erwünschten Aufschluß. Es zeigte sich, daß diese cytologisch untersuchten und mit verschiedenen Reagentien gefärbten »Mikrosporen« geteilte und zusammengeballte Chromatophoren waren, während der anscheinende Kern einem Pyrenoid entsprach. Kolbe bezeichnet diese Erscheinung, die sich bei noch lebhaft sich bewegenden Individuen zeigte, als »Hypertomie« und will auch die Befunde von Hustedt, die genau den Eindruck wie seine *Nitzschia*-Bildungen hervorrufen, unter diese, in ihren Ursachen freilich noch ungeklärte Hypertomie, einreihen. Somit sind es Tatsachen, die in den normalen Entwicklungsgang nicht hineingehören.

Am längsten bekannt und bereits von W. Smith (2) abgebildet ist die Auxosporenbildung von *Rhabdonema arcuatum*. Eine ältere mit vielen Zwischenbändern versehene Zelle (179 1, 2) tritt in Teilung ein. Aber zwischen die beiden auseinanderdrückenden Plasmazellen, deren jede einen aus der vorher schon bewerkstelligten Kernteilung hervorgegangenen Tochterkern enthält, schieben sich keine neuen Schalen ein, sondern die beiden Plasmaballen drängen durch Gallertausscheidungen die Schalen weiter auseinander.

ander und treten von einer ausgeschiedenen Gallertmasse umhüllt ins Freie, durch die Gallerte voneinander getrennt. Jeder Plasmaballen wächst im rechten Winkel zu den Mutterschalen stark in die Länge von einem leichten kieselhaltigen Mantel, dem Perizonium, umhüllt, das dem Wachstum folgt. Es erhält durch wellblechähnliche Formung größere Widerstandskraft (Fig. 179 1, 2).

Unter dem Schutze des Perizoniums entwickeln sich die neuen Schalen, die in ihrem Plasma je einen Kern bergen. Die Schalen pflegen durch Anlegen des Plasmas an eine Längsseite des Perizoniums auf der freien Oberfläche ausgeschieden zu werden, und zwar

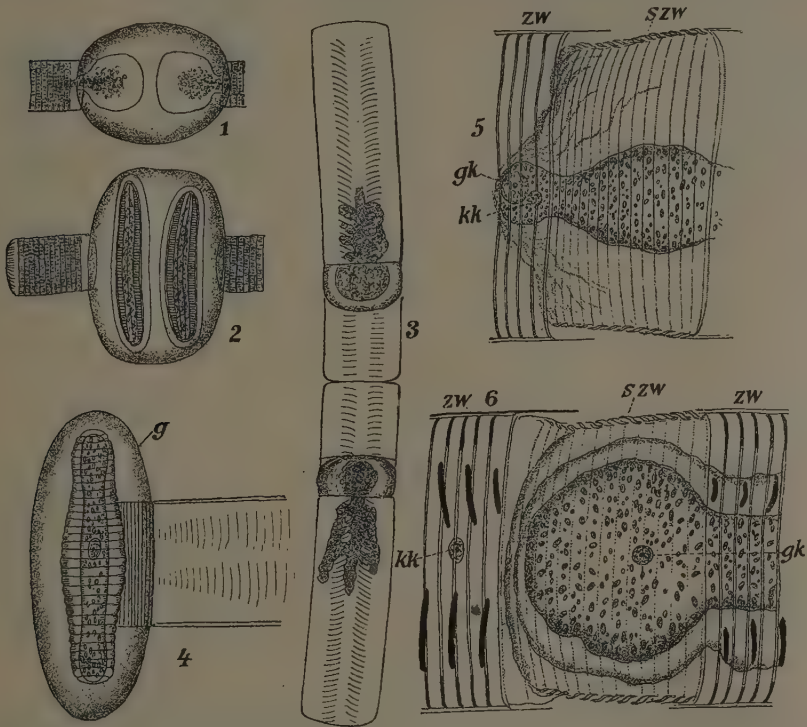


Fig. 179. 1 und 2 Auxosporenbildung von *Rhabdonema arcuatum*. 3–6 Auxosporenentwicklung von *Rhabdonema adriaticum*. (Nach G. Karsten [19].) 3 21/1, 4–6 333/1. Erklärung im Text. (Aus Oltmanns.)

stets zuerst die Epivalva, darauf unter Anlegung an die andere Längswand die Hypo-valva. Vermutlich wird durch das dann einsetzende Wachstum der Zelle das leichtgebaute Perizonium gesprengt oder es vergeht schon vorher. Die Tochterzellen behalten also die Wachstumsrichtung der Mutterzellen bei.

Wesentlich anders verläuft die Auxosporenbildung bei *Rhabdonema adriaticum*, die zuerst in den Diatomeen der Kieler Bucht (19) dargestellt ward (Fig. 179 3–6).

Die ältesten Zellen, und zwar häufig Zelle bei Zelle, treten in Teilung ein. Doch verläuft diese abweichend von den sonstigen Teilungen. Während die Zwischenbänder sonst einzeln und mit einer derjenigen der Schalen ähnlichen Zeichnung versehen ausgebildet werden, entstehen jetzt an der jüngeren Schale eine große Zahl bis zu 15 oder 20 in schneller Folge und ohne Septen wie ohne Außenzeichnung, völlig glatt (Fig. 179 5, 6). Dadurch wird die jüngere Schale weit von der älteren fortgedrängt, wie auch der gesamte Plasmakörper sich in der jüngeren Schale zusammenballt und in diese

zurücktritt. Der Plasmahalt bleibt auch weiter ungeteilt. In dieser einheitlichen Plasmamasse erleidet der Kern eine Teilung. Die daraus hervorgehenden Tochterkerne werden bald sehr ungleich (Fig. 179 5, 6). Der eine ist dem anderen an Größe erheblich überlegen und bleibt erhalten, der andere wird vom Plasma entblößt, also ausgestoßen und vergeht. Die ganze allmählich frei ausgetretene Plasmamasse umgibt sich mit Gallerte, in deren Schutze jetzt also nur eine Auxospore gebildet werden kann (Fig. 179 4). Die Auxospore wächst innerhalb des schnell entstehenden Perizoniums parallel den Mutterschalen zur doppelten bis dreifachen Größe der Mutterschalen heran. Auch hier ist das Perizonium gewellt und die neuen Schalen entstehen in derselben Weise wie bei *Rhabdonema arcuatum* (Fig. 179 3—6).

Unbekannt war bisher die Auxosporenbildung von *Grammatophora* (25 a). Auch bei *Grammatophora* ist nur eine Zelle bei der Bildung beteiligt. Die anschwellende Plasmamasse sprengt die Mutterzelle, deren ältere Schale abgestoßen wird. Die einheitliche Plasmamasse wächst im gewellten Perizonium, das mit Gallerte an der einen Schale der Mutterzelle haftet, zur etwa dreifachen Größe der Mutterzelle heran. In der Plasmamasse findet eine Kernteilung statt, doch bleiben beide Kerne erhalten und aus ihrer Annäherung darf geschlossen werden, daß sie sicher sich wieder miteinander vereinigen, wofür es auch sonst Beispiele gibt, die uns noch beschäftigen werden.

Somit liegt der Auxosporenbildung aller dabei betroffenen Tabellarien eine Zellteilung zugrunde. Bei *Rhabdonema arcuatum* ist diese vollkommen durchgeführt und es entstehen zwei Auxosporen. Bei *Grammatophora* bleibt die Teilung auf die Bildung zweier gleicher Kerne in einheitlicher Plasmamasse beschränkt, die sich wieder miteinander vereinigen dürften und es bildet sich nur eine Auxospore. Bei *Rhabdonema adriaticum* wird der eine der in einheitlicher Plasmamasse entstandenen beiden Kerne zunächst reduziert, dann vollkommen eliminiert, der andere kräftigere bleibt allein in der ebenfalls nur in Einzahl möglichen Auxospore erhalten.

##### 5. Auxosporenbildung der Pennales auf sexuellem Wege.

Die Auxosporenbildung der Mehrzahl der übrigen *Pennales*, soweit sie bisher bekannt geworden ist, wird durch eine wesentliche Änderung der Lebensbedingungen gegenüber den *Centrales* und Tabellarien beeinflusst, durch die Fähigkeit der freien Ortsbewegung. Alle mit einer funktionsfähigen Raphe versehenen Formen können ihre Zellen zueinander bringen und so findet man bei diesen Formen eine mit sexueller Vereinigung zweier Individuen verbundene Form der Bildung ihrer Auxosporen. Der Vorgang verläuft bei den verschiedenen Arten in ± modifizierter Form. Die erste Arbeit, die uns mit einer, gleichzeitig der am häufigsten auftretenden Form der sexuellen Auxosporenbildung bekannt machte ist die von Klebahn (27), der den Vorgang bei *Rhopalodia gibba* O. Müller beobachten konnte (Fig. 180).

Zwei Zellen von oft ziemlich ungleicher Größe, die durchaus nicht dem Minimalmaß zu entsprechen brauchen, legen sich zusammen, so daß ihre Gürtelseiten einander genähert sind (Fig. 180 1). Sehr bald wird von den Zellen Gallerte abgesondert, welche die beiden Zellen fest aneinanderbindet und sich dann ansehnlich vermehrt. Der Zellinhalt kontrahiert sich (Fig. 180 2), der Kern teilt sich und teilt sich abermals, so sind jetzt in den beiden Mutterzellen zusammen 8 Kerne vorhanden, die paarweise zusammenliegen und unter beginnender leichter Einschnürung des Plasmas teils in die obere, teils in die untere Zellhälfte wandern, wobei gleichzeitig ein Kern jedes Paares zu schwinden beginnt. Dieser wird als Kleinkern, der andere an Umfang zunehmende als Großkern bezeichnet. Die Plasmaeinschnürung hat unterdessen Fortschritte gemacht (Fig. 180 3, 4) und alsbald nach völliger Trennung der beiden Tochterzellen, treten die einander gegenüberliegenden Plasmaballen als Gameten zwischen den auseinandergesprengten Schalen beider Mutterzellen hindurch in Verbindung miteinander (Fig. 180 4, 5). Die Verbindung wird inniger. Die Kleinkerne schwinden (6) und die Großkerne treten zueinander (6, 7), um bald zu verschmelzen. Zugleich werden die sich quer zu den Mutterschalen stark streckenden Zygoten von einer dem Plasmawachstum entsprechend wachsenden Membran, dem Perizonium, umhüllt (7, 8) das eine Wellung der Oberfläche zeigt. Dieses Perizonium ist schwächer verkieselt als die gewöhnlichen Zellschalen.

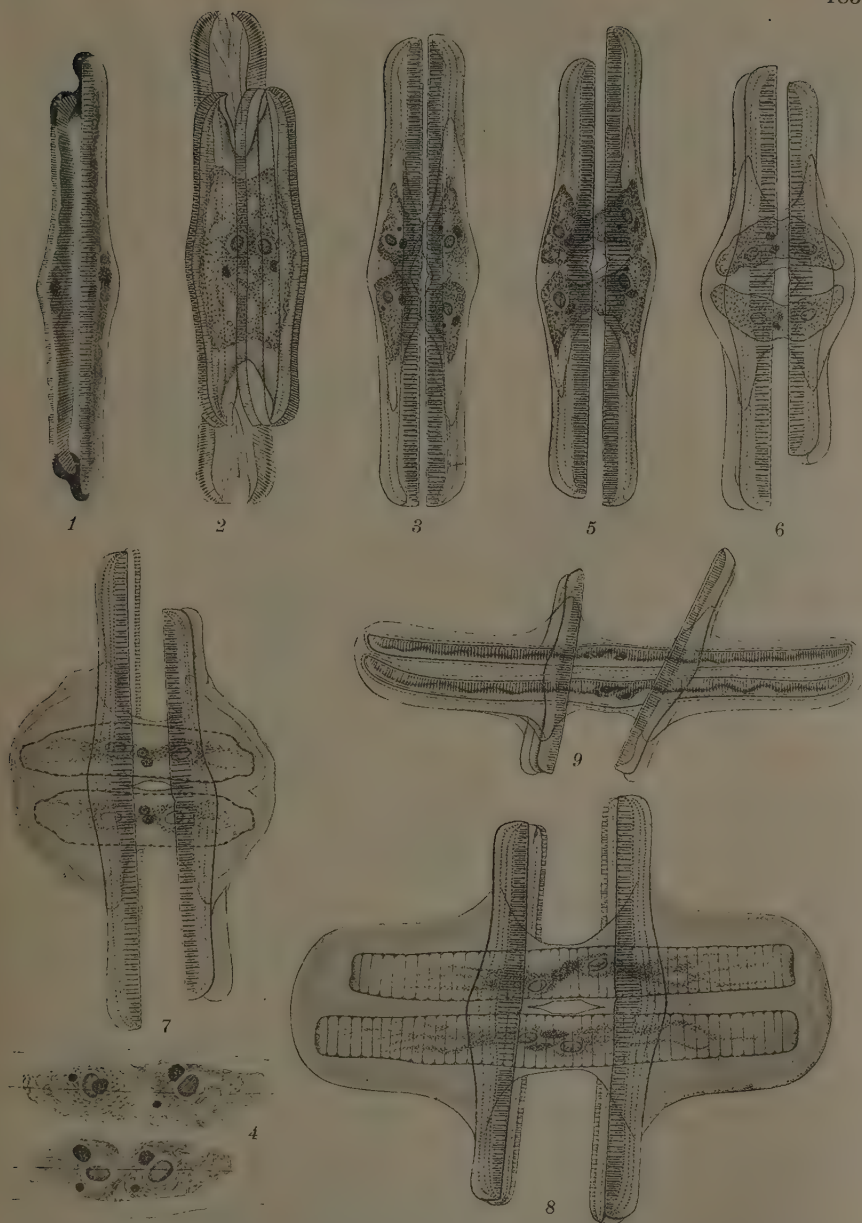


Fig. 180. Auxosporenbildung von *Rhopalodia gibba*. (Nach Klebahn [27].) Die von hellem Hof umgebenen Körper sind Pyrenoide. Die Kerne sind kleiner und dunkler wiedergegeben. 1 Aneinanderlegung der Zellen. An den Zellenden Gallertabsonderung. 2 Öffnung der Gürtelbänder. Kontraktion des Plasmas. Vorbereitung zur Teilung. 3 Kernteilung durchgeführt, Differenzierung von Groß- und Kleinkern deutlich. Plasmateilung in je 2 Gameten. 4 (90° gedreht) entspricht dem Stadium zwischen 2 und 3. 5 Die Gameten treten in Verbindung. 6 Schwinden der Kleinkerne, Annäherung der Großkerne. 7 Anlage des Perizoniums, Großkerne kurz vor ihrer Vereinigung. 8 Streckung des quer zu den Mutterzellen gestellten Perizoniums, das sich stark gewellt zeigt. 9 Anlage der Epivalva innerhalb des Perizoniums. 1-3 und 5-8 640/1, 4 824/1, 9 354/1.

Im Schutze dieses Perizoniums wird dann die Zelle fertig ausgebildet (9). Das Plasma zieht sich von einer Längsseite zurück und scheidet auf der freien Oberfläche eine den vergrößerten Maßen des Perizoniums entsprechende größere Epivalva aus und nachdem es sich auch von der anderen Perizoniumwand abgehoben hat eine dazu passende Hypovalva. Nach Vergehen des zarten Perizoniums sind die 2 Ausgangszellen einer neuen vergrößerten Generation fertiggestellt, die durch andauernde Teilungen langsam wieder an Größe abnimmt.

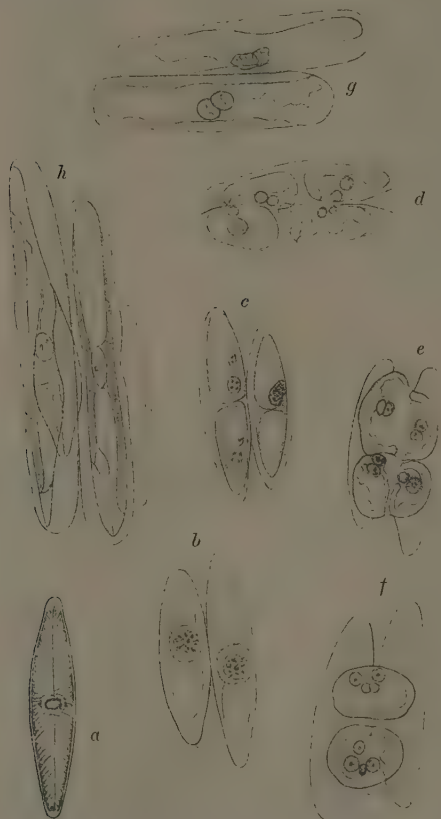


Fig. 181. Auxosporenbildung von *Navicula peregrina* (500/1). (Nach G. Karsten [19].) *a* Einzelzelle. Form und Zeichnung der Schale. *b* Zwei Zellen in eng anschmiegender Gallerthülle. Auflockerung der Kerne. *c* Teilung, Bildung von Groß- und Kleinkern. *d* Absonderung der Gameten in den Schalen. *e* Sprengung der Schalen, Vereinigung der einander gegenüberliegenden Gameten. *f* Formung der viernukleigen Zygoten. *g* Schwinden der Kleinkerne, Annäherung der Großkerne. Streckung des glatten Perizoniums. *h* Ausgewachsenes Perizonium, parallele Lage zu den Mutterzellen.

Die innerhalb des Perizoniums gebildeten Erstlingsschalen haben besonders bei stark gebogenen Arten meist etwas andere Formen und erst im Laufe mehrerer Zellteilungen kommt die normale Schalenform wieder zustande.

Im wesentlichen demselben Typus wie er eben geschildert wurde, folgen nun die ganzen Naviculaceen im weitesten Sinne, wofür einige Beispiele folgen mögen. Eine vollständige Entwicklungsreihe liegt z. B. von *Navicula peregrina* vor (Fig. 181). In den Figuren *a*—*d* wird die Zellform, die Zusammenlagerung zweier Zellen innerhalb alsbald ausgeschiedener Gallerte, die Teilung beider Zellen und die Gametenbildung gezeigt.

Innerhalb der aus den paarweise sich vereinigenden Gameten entstandenen Zygoten geht die Kerndifferenzierung und die Ausmerzung der Kleinkerne weiter und alsdann rücken die beiden Großkerne jeder Zygote nahe zusammen, während bereits die Streckung des Perizoniums beginnt (*e—g*). Die Perizoniumlage parallel den Mutterzellen ist für *Navicula* charakteristisch. In der letzten Figur werden in dem fertigen Perizonium die neuen Schalen bereits angelegt.

Zu dieser vollständigen Auxosporenentwicklung einer Art bringt die Figur 182 einige Ergänzungen. Die eingeschnürte Form *Navicula didyma* zeigt, daß beim Auswachsen der zunächst kugeligen, von Gallerte umhüllten Zygoten, das gewellte Perizonium bereits der Form der Zelle durch Einschnürung in der Mitte Rechnung trägt. Außerdem bleibt Perizonium und Gallerte auch dann noch erhalten, wenn bereits beide Schalen der neuen Zelle fast fertig sind (Fig. 182 *d*). Ob das Ausschlüpfen der Zellen aus dem Perizonium, durch Verquellung der beiden Enden der Perizonien (Fig. 182 *f*) ermöglicht

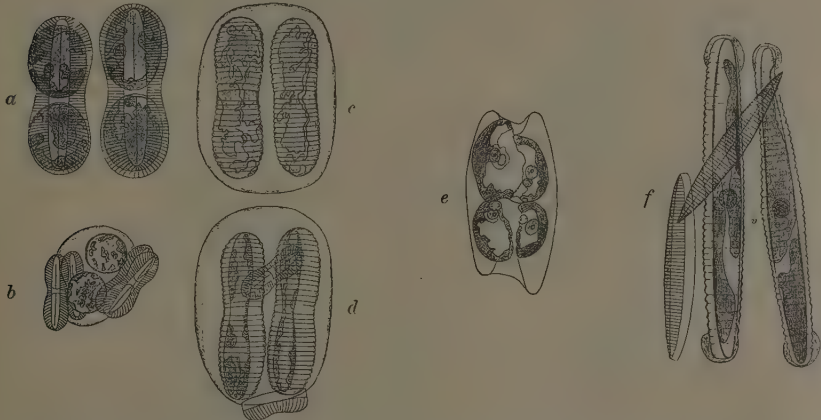


Fig. 182. Auxosporenbildung von *Navicula*. (Nach G. Karsten [19].) *a—d* *Navicula didyma* (*a* 500/1, *b—d* 250/1); *e* *Navicula viridula* (500/1); *f* *Navicula directa* (333/1). In Fig. 181 fehlende Zwischenstadien. *a* Zwei einander genäherte Zellen mit bereits gebildeter Gamete. *b* Gameten vereinigt, innerhalb der Gallertmasse kugelig abgerundet. *c* Streckung des der Zellform angenäherten gewellten Perizoniums. *d* Fast fertige neue Zellen innerhalb des Perizoniums, das noch von der gewaltig angeschwollenen Gallertmasse umhüllt ist. *e* Zusammenfließen der beiden Gameten (oben), oder kurz vorher (unten). *f* Fast fertige Zellen innerhalb des gewellten Perizoniums.

wird, so daß die beweglichen Zellen nicht auf das völlige Vergehen der Hülle zu warten brauchen, ist vermutet, doch liegt vielleicht nur eine Auflagerung der neu gefundenen Pektinhaut vor. Daß bei allen *Navicula*-Arten die Auxosporen parallel zu den Mutterschalen liegen, ist ein für den Vorgang selbst bedeutungsloser Unterschied. So folgen die Gattungen *Brebissonia*, *Pleurosigma*, *Amphora*, *Auricula*, *Amphiprora* nach Beobachtungen von G. Karsten (19) dem gleichen Typus und dabei liegen bei den Amphoreen die Perizonien quer zu den Schalen, wie es schon für *Rhopalodia* beobachtet ward, bei den Naviculaceen parallel.

Von derartigen Formen mag noch zur Vervollständigung die Auxosporenbildung bei *Achnanthes longipes* geschildert werden, die in Fig. 183 *a—h* dargestellt wird. Die erste Teilung des meist in langen Ketten an Gallertstielen pendelnden Zellen kann sowohl in der Längsachse wie in der dazu rechtwinklig stehenden Teilungslinie erfolgen (183 *a*). Die in die gebildete Gallertmasse gelangenden Zellen können entweder sofort verschmelzen oder die Gameten liegen noch (183 *b*, *c*) unvereinigt nebeneinander bis schließlich beide zu Zygotenkugeln werden. Die durch Kernfärbereagentien verunstalteten Zygoten (183 *d*) zeigen deutlich vier Kerne, zwei Großkerne, zwei Kleinkerne in jeder Zygote, welch letztere noch vor dem Auswachsen der Zygoten schwinden (183 *e*, *f*). Die Streckung der Zygoten findet innerhalb der Gallertmasse, und quer zu den Mutterschalen

statt. Die gewellten Perizonien nehmen beim Auswachsen bereits die geknickte Form der in ihnen zu bildenden *Achnanthes*-Zellen an (Fig. 183 *g, h*).

Aber nicht nur die ganzen Naviculaceen folgen dieser Art der Auxosporenbildung, daß aus zwei Mutterzellen durch Bildung von je zwei Gameten, die sich paarweise vereinigen, wiederum zwei Zellen der vergrößerten Generation entstehen, sondern auch die große Gattung *Nitzschia* bildet ihre Auxosporen nach demselben Typus. Es genügt auf die beiden Abbildungen von *Nitzschia hybrida* Fig. 184 *a, b* hinzuweisen, die alle wesentlichen Stadien enthält wie paarweise Vereinigung der Gameten, Auswachsen in geringeltem Perizonium parallel zu den Mutterzellen und Bildung der neuen, an der großen Kanalaraphen kenntlichen Zellen in der ausgewachsenen Hülle.

So sehen wir, daß die Bewegungsfähigkeit der Zellen für die Zusammenführung der

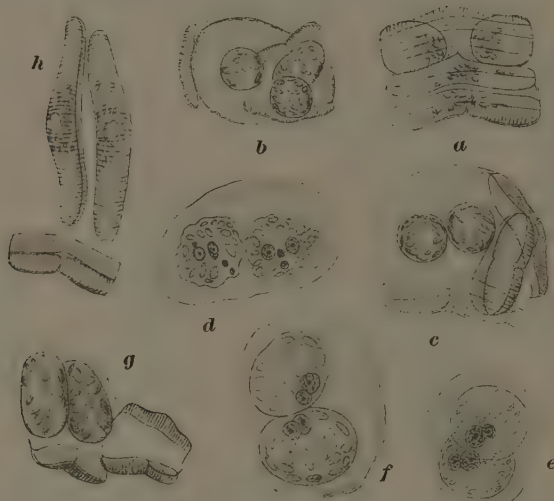


Fig. 182. Auxosporenbildung von *Achnanthes longipes* (*a—h* 245/1). (Nach G. Karsten [19].) *a* Erste Annäherung und Teilung zweier Zellen, in der oberen Zelle Teilung in der Längsachse, in der unteren in der Teilungsebene. *b* Zwei Gameten und eine Zygote in der Gallertmasse. *c* Zwei Zygotenkugeln mit Mutterschalen in Gallertmasse. *d* Zwei noch ungestaltete Zygoten mit je vier Kernen. *e* Zwei Zygoten nach Schwinden der Kleinkerne. *f* Zwei Zygoten. Großkerne kurz vor Vereinigung. *g* Erstes Auswachsen der Zygoten. Mutterschalen noch daran hängend. *h* Fertige Auxosporen in gewelltem Perizonium, das bereits die Knickungsform der Zellen zeigt. Lage quer zur Mutterschale.

Tochterzellen maßgebend ist, um eine sexuelle Form der Auxosporenbildung herbeizuführen. Da in jeder Mutterzelle je 4 Kerne entstehen, die sich in den bisher betrachteten Formen auf 2 Gameten verteilen, so wäre es ja merkwürdig, wenn sich nicht auch eine andere Art der Verteilung finden sollte.

Und in der Tat! So besitzen eine vollkommen abweichende Art der Auxosporenbildung einige Arten der Gattung *Surirella*. Die früher bereits (Fig. 177) genauer beschriebenen Zellen von *Surirella* legen sich mit den schmalen Enden aneinander, wo kleine Gallertporen sie durch ihre Ausscheidung fest verbinden (Fig. 185 *I*). Weiterer Schleim scheint hier zunächst nicht ausgeschieden zu werden. In den so vereinigten Zellen tritt unter starker Umlagerung (Wanderung in den oberen breiteren Teil der Gürtelbandansicht) und Kontraktion des Plasmakörpers eine deutlich nachweisbare richtige Reduktionsteilung ein (Fig. 186 *a—d*), die daher bei den bisher beschriebenen Formen ebenfalls anzunehmen sein wird. Durch die neuen Beobachtungen von L. Geitler (Archiv f. Protistenkunde Bd. 58, 59, 1927) ist inzwischen der Nachweis einer typischen Reduktionsteilung für *Cymbella* und *Cocconeis* erbracht worden, so daß diese Voraussetzung jetzt vollkommen bestätigt worden ist. (Nachträgliche Einschlebung.)

Das Synapsisstadium (186 a) entwickelt sich unter deutlicher Einwirkung des Centrosoms, das bald links, bald rechts, bald von oben dem sich abrundenden und den Lageänderungen des Centrosoms folgenden Kern seine Strahlen zuwendet. Der bei Beginn der Teilung gebildete Kernfaden ist bereits in lange, dünne Chromosomen zerfallen. Unter dem Einfluß des Centrosoms, das jetzt dicht an die Kernperipherie herangerückt ist und einen von seinen Rändern starke Strahlung aussendenden schmalen Zylinder darstellt, verkürzen (186 b) und verdicken sich die Chromosomen und zur Zeit der paarweisen Zusammenlagerung (Diakinese stadium) der in der Zahl reduzierten zirka 64—65 Doppelchromosomen (186 c) wandert der etwas verbreiterte Zentralspindelzylinder in den Kern ein, vgl. auch Fig. 177 B 1, B 2. Die Chromosomenpaare und das gesamte Plasma sammelt sich um die Zentralspindel und wird in den Einzelheiten undeutlich (186 d). Dann erfolgt die Teilung, indem der Knäuel auf die beiden Pole der Spindel rückt und die beiden Tochterkerne behalten in ihren sich nicht schließenden Höhlungen Reste der Zentralspindel, die alsbald die zweite Kernteilung durchführen werden. So entstehen die vier reduzierten Kerne, die zunächst einander gleich scheinen. Als bald jedoch lassen sich zwei Großkerne und zwei Kleinkerne unterscheiden, doch wird langsam noch einer der Großkerne ebenfalls kleiner, so daß schließlich nur 1 Großkern und drei Kleinkerne vorhanden sind (Fig. 185 2). Dann treten beide Plasmakörper aus den an den einander zugekehrten schmalen Enden weit auseinanderklaffenden Schalen heraus und fließen zusammen. Die Zygote schwillt innerhalb einer bei der Schalenöffnung gebildeten und dann sich stark vermehrenden Gallertmasse an, streckt sich in der Längsausdehnung der Mutterzellen und umgibt sich mit einem glatten Perizonium (Fig. 185 3). Diese einzige resultierende Auxospore erreicht eine erhebliche Länge. Unter Abhebung des Plasmas von der Perizoniumwand erfolgt die Anlage der ersten Schale und darauf, indem das Plasma sich an der anderen Seite vom Perizonium ablöst, wird die zweite Schale angelegt. Die gefransten Chromatophoren scheinen sich zu vereinigen, jedenfalls sind die beiden Großkerne verschmolzen (Fig. 185 3). In den darauf bald verschwindenden Kleinkernen, deren Substanz vielleicht vom Großkern aufgesogen wird, ist meist eine von der Zentralspindel herrührende zentrale Höhlung deutlich nachzuweisen.

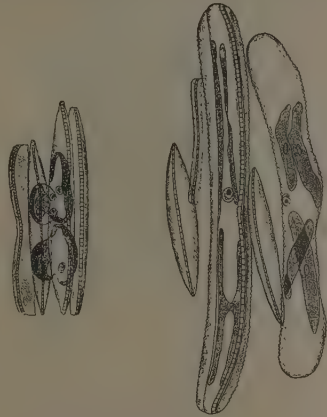


Fig. 184. Auxosporenbildung von *Nitzschia hybrida* (500/1). (Nach G. Karsten [19].) a Gametenvereinigung. b Streckung der Auxosporen im leichtgewellten Perizonium. Eine der Tochterzellen bereits mit einer neuen Schale.

Inzwischen ist es gelungen, auf Rohkulturen von Ostseeschlick noch eine ebenso wie bei *Surirella saxonica* verlaufende Auxosporenbildung von *Surirella striatula* zu beobachten.

Sehr wesentlich ist es, daß an den ungewöhnlich großen Kernen von *Surirella saxonica* die Kernreduktion vor der Gametenbildung verfolgt werden konnte, so daß mit vollem Recht auf den gleichen Vorgang bei allen sexuell verlaufenden Auxosporenbildungen der Pennaten geschlossen werden darf.

## 6. Rückbildung der Sexualität bei den Pennales.

Da zuletzt von *Surirella* die Rede war, mögen gleich diejenigen Fälle angefügt werden, die in diese und verwandte Gattungen fallen. Bei *Surirella Gemma* konnte auf den gleichen Schlickkulturen, wo *Surirella striatula* auftrat, Auxosporenbildung abweichender Art beobachtet werden. Zwei in großer Gallertmasse zusammengeballte Individuen hatten jedes für sich eine geschlossene Gallertkugel gebildet, in denen die Anlage je einer Auxospore zu erkennen war. Es gleicht hier also der Gang der Auxosporenbildung dem für *Cymatopleura* (21) festgestellten asexuellen Typus, wo vermutlich zwar Reduktionsteilung eintritt, aber aus irgendwelchen Gründen die Gametenverschmelzung unterbleibt, so daß aus zwei Mutterzellen ohne Kopulation zwei Auxosporen gebildet werden.

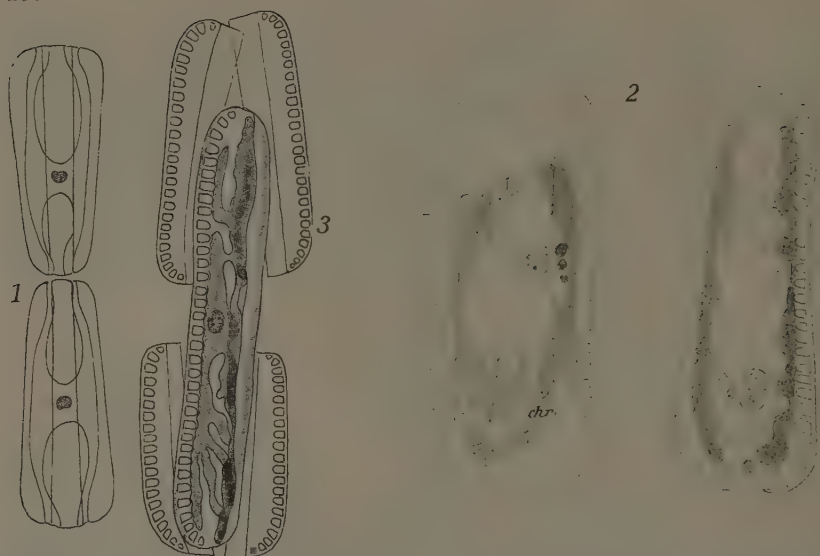


Fig. 185. Auxosporenbildung von *Surirella saxonica*. (Nach G. Karsten [21].) 1 Zwei Zellen haben sich mit den schmalen Enden aneinander gelegt und durch dort erfolgende lokale Gallertausscheidung zusammengeheftet (190/1). 2 In beiden Elternzellen ist die Reduktionsteilung eingetreten. Von den vier Kernen gehen 3 als Kleinkerne zugrunde. Die beiden Großkerne verschmelzen, nachdem die Plasmamassen sich vereinigt haben (320/1). chr Chromatophor. 3 Die fertige Auxospore inmitten der vier Mutterschalen. Die neue Epivalva ist bereits gebildet (175/1). (1 und 3 aus Oltmanns.)

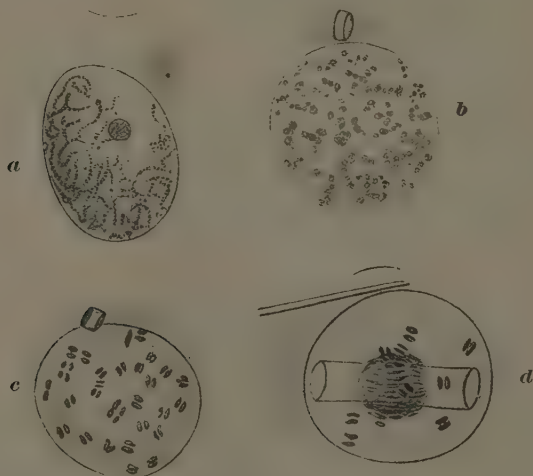


Fig. 186. Reduktionsteilung bei der Bildung der Gameten von *Surirella saxonica* (a—c 1500/1, d 1000/1). (Nach G. Karsten [25].) a Kern mit Centrosom. Unter der Strahlung des Centrosoms weichen die in Bildung befindlichen Chromosomen in die entgegengesetzte Kernecke (Synapsis). b Verdickung und Verkürzung der noch ungeordneten Chromosomen. Centrosom wächst zum Zylinder aus. Strahlung noch vorhanden. c Chromosomen paarweise angeordnet. Diakinese. Eindringen des Zylindercentrosoms in den Kern. d Anordnung der noch paarweise liegenden Chromosomen um den stark verlängerten Centrosomzylinder. Da der zweite Teilungsschritt nichts wesentlich Abweichendes zeigt, ist auf die Wiedergabe der schließlich vier Kerne verzichtet. cf. oben [25].

An die Auxosporenbildung von *Surirella* schließt sich am besten *Cocconeis placentula* an. Die elliptischen Formen, die nur auf der Unterschale, dem Substrat anliegend eine Raphe besitzen, legen sich paarweise nebeneinander und teilen dann bereits ihren Kern (Fig. 187 1, 2). Darauf heben sie unter Gallertausscheidung den Schalendeckel und unter dem Schutze eines Gallertkanals treten die beiden Plasmakörper zusammen (Fig. 187 3). Von den beiden Kernen jeder Zelle ist einer als Kleinkern verkümmert, der andere verschmilzt als Großkern mit dem Großkern der verbundenen Zelle. Die Zygote schwillt mächtig an und entwickelt innerhalb des Perizoniums neue um das Vielfache größere Schalen. Die beiden im Ruhezustand die Oberfläche fast deckenden Chromatophoren bleiben erhalten und dürften alsdann wohl verschmelzen, um die so viel größer gewordene Fläche zu decken (Fig. 187 3, 4). Bei *Cocconeis* ist also die zweite Kernteilung in Wegfall gekommen und der Vorgang *Surirella* gegenüber vereinfacht; da die

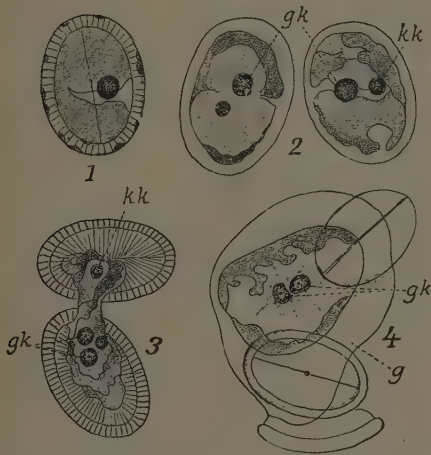


Fig. 187. Auxosporenbildung von *Cocconeis Placentula*. (Nach G. Karsten [21].) 1000/1. 1 Zelle. 2 Annäherung zweier Mutterzellen. 3 Der Zellinhalt fließt innerhalb eines Gallertkanals von einer Zelle zur anderen. 4 Der vereinigte Plasmakörper bei der Mutterzelle wächst zur Zygote aus. Zwei Großkerne sind erhalten. Zwei Kleinkerne geschwunden.



Fig. 188. Auxosporenbildung von *Achnanthes subsessilis*. (Nach G. Karsten [11].) 500/1. 1 Teilung der einzigen Mutterzelle in zwei Gameten. 2 Die Zygote mit den verschmelzenden Kernen. (Aus Oltmanns.)

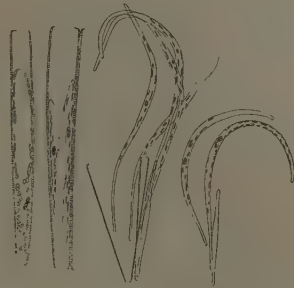


Fig. 189. Auxosporenbildung von *Synedra affinis*. (Nach G. Karsten [19].) 160/1. 1 Aus jeder Zelle geht nach erfolgter Teilung eine Zweizahl von Auxosporen hervor. Kernteilung. 2 Plasmatreunung. 3 Auswachsen der Zygoten. 4 Zygoten mit zweiter Kernteilung.

Chromosomenreduktion im ersten Teilungsschritt erfolgt, sind die beiden Kerne hier ebenfalls reduziert.

Nach einer neuen Arbeit von Geitler soll hier ebenfalls Tetradenbildung stattfinden, so daß die sehr bald vollkommen schwindenden Kleinkerne hier vom Verfasser übersehen worden wären, was keineswegs vollkommen ausgeschlossen werden kann.

(Nachträgliche Einschiebung.)

Weitergehende Rückbildungen sind dann bei *Achnanthes subsessilis* zu beobachten (Fig. 188 1, 2). Hier bildet nur eine Mutterzelle den Ausgangspunkt, wie schon von J o h. L ü d e r s festgestellt und von mir bestätigt werden konnte. Diese Zelle teilt ihren Kern, aber beide Kerne sind von gleicher Größe. Es folgt die Zerlegung des Plasmakörpers in 2 Zellen und diese treten als Gameten auf; sie vereinigen sich, die Kerne verschmelzen und die Zygote wächst zur Auxospore aus, so daß hier aus einer Mutterzelle unter einem reduzierten Sexualakt eine Auxospore entsteht (Fig. 188 1, 2). Ob hier eine Chromosomenreduktion angenommen werden darf, erscheint zweifelhaft, vgl. *Synedra*.

Weiter schließt sich hier an die Auxosporenbildung von *Synedra affinis* (Fig. 189

1—4). Die Zellen sind mit einer Pseudoraphe versehen, die keine Bewegungsfähigkeit verleiht. Meist liegen die *Synedra*-Zellen in flachen Bändern oder anders gestalteten Gruppen, wie sie aus Teilungen, ohne folgende Zelltrennungen hervorgehen, zusammen (Fig. 98 B—D). In solchen Gruppen treten die Individuen meist gleichzeitig in Auxosporenbildung ein. Der Zellinhalt schwillt an und sprengt die Schalen, der Kern teilt sich und eine Plasmateilung folgt. Jede Halbzelle mit ihrem Kern liegt einer Schale an. Dann geht plötzlich eine starke Streckung jeder Zellhälfte vor sich, die bei ungleichem Wachstum der antagonistischen Seiten zu stark gekrümmten Formen führt, die erst bei Beendigung der Streckungen die normale gerade Form gewinnen, in der sich dann die Zellschalen innerhalb des Perizoniums ausbilden können (Fig. 189 1—4). Hier fehlt also jegliche Sexualität und durch einfachen Wachstumsakt geht aus jeder Mutterzelle nach erfolgter Teilung eine Zweizahl von Auxosporen hervor. Bei einzelnen Individuen sah man aber in den sich stark streckenden jungen Auxosporen eine nachträgliche zweite Kernteilung eintreten, so daß sie 2 dicht beieinanderliegende Kerne zeigten (Fig. 189 4). Doch gingen diese Kerne bald wieder in den Einkernzustand über, indem sie miteinander sich vereinigten. So kommt hier durch »Apogam Werden« der bewegungslosen Zellen dasselbe Verhalten zustande, wie es bei den ebenfalls unbeweglichen an den Anfang der Reihe gesetzten *Grammatophora*-Zellen aufgefunden war. Der Unterschied besteht darin, daß man bei *Synedra* aus dem Vorhandensein einer deutlichen Pseudoraphe berechtigt ist auf eine verlorene Bewegungsfähigkeit zu schließen, während *Grammatophora* in die Verwandtschaft der Tabellarien gehört, denen ein solches Organ fehlt, wo also eine Bewegungsfähigkeit überhaupt noch nicht erworben war.

Demnach kommt man zu dem Schluß, daß die Bewegungsfähigkeit der Zellen die Vorbedingung für das Zustandekommen einer sexuellen Form der Auxosporenbildung ist. Wie bei den *Centricae* schon über anscheinend sichere Fälle von Apogamie bei der Mikrosporenbildung z. B. bei *Coscinodiscus* berichtet werden konnte, so ist auch innerhalb der sonst sexuellen Reihen der *Pennatae* eine unverkennbare Neigung zur Apogamie vorhanden. So treten bei den mit normaler Sexualität ausgerüsteten Naviculaceen einzelne apogame Formen aus dem Rahmen, z. B. ist *Libellus (Navicula) constricta* zweifellos apogam befunden worden. Zwar legen sich zwei Individuen zusammen, aber keinerlei Zellteilung, geschweige denn Plasmaübertritt ist zu beobachten. Nach einiger Zeit wachsen die Zellen zu Auxosporen aus. Da vereinzelt auch isolierte Zellen dazu sich befähigt zeigten, so ist an der Apogamie nicht zu zweifeln. Dagegen dürfte die von Pfitzer beschriebene Auxosporenbildung von *Van Heurckia (Frustulia) saronica* eine normal sexuelle sein, da eine erhebliche Gallertmasse zwei Zellen zusammenschließt, welche gerade vor Beginn der meist sehr schnell verlaufenden Teilung sich befinden, und das nächste Bild bereits fertige, wenn auch noch nicht ausgewachsene Auxosporen zeigt. Die von Pfitzer selbst zugegebene Unentschiedenheit über sexuelle Vereinigung gründet er auf die fehlende Beobachtung der Art der Annäherung; nach heutiger Kenntnis aber scheint vielmehr das entscheidende Zwischenstadium von der ersten Figur zur zweiten mit den jungen Auxosporen zu fehlen. Die Plasma- und Kernvereinigung ist nicht gefunden. Jedenfalls dürfte dieser Fall nicht unter die sicher apogam verlaufenden eingereiht werden.

Dagegen kann für die durchweg mit sexueller Auxosporenbildung auftretenden Nitzschien über einen merkwürdigen Fall von Apogamie berichtet werden, der die durch ihre auffallende Beweglichkeit ausgezeichnete *Nitzschia (Bacillaria) paradoxa* betrifft (Fig. 190 1—4) (vgl. auch Fig. 100, wo eine ganze Kolonie dargestellt ist). Die in Schalen- und Gürtelansicht abgebildete Form zeigt ohne nachweisbare Veränderung ihres Kernes eine Kontraktion und eine zur Sprengung der Schale führende Aufquellung im Durchmesser, worauf eine starke Längsstreckung auf etwa das Doppelte erfolgt. Also ist hier lediglich ein Wachstumsvorgang des aus seinen Schalen sich befreienden Plasmakörpers zu beobachten. Da eines der beiden Chromatophoren zugrunde geht und das andere allein nach starkem Wachstum und Teilung die Auxospore versorgt, so kann man vielleicht an eine ursprünglich angelegte Teilung der Zelle denken, so daß der Fall dann eine weitere Reduktion der für *Synedra affinis* beschriebenen Entwicklung bilden würde. Da die *Bacillaria* doch nicht vollkommen frei beweglich ist, sondern stets im Verbande trotz alles Hin- und Hergleitens bleiben muß, ist auch hier eine Beschränkung der freien Bewegung der einzelnen Zelle vorhanden. Wenn nun aber Miquel für *Nitzschia palea*

ebenfalls von apogamer Auxosporenbildung berichtet, so würden bei den Nitzschien ebenso wie bei den Naviculaceen unerklärliche Fälle von Apogamie vorhanden sein.

Einen bisher isoliert stehenden Vorgang beschreibt O. Richter für die von ihm genau beobachtete und in Reinkultur gezogene *Nitzschia putrida*. Die Zellen verlieren die Fähigkeit Schalen zu bilden, resp. sie lösen die noch vorhandenen Schalen auf und fließen in größeren Mengen zu plasmodienähnlichen Gebilden zusammen. Ob man diesen Vorgang einer Auxosporenbildung vergleichen darf und mit Richter von »Pseudoauxosporen« sprechen, erscheint doch zweifelhaft, da es sich nach Richter im wesentlichen um Ernährungsmodifikationen (Mangel an Na und Si) handelt. Bemerkenswert ist, daß sich durch erneuten Zusatz der fehlenden notwendigen Elemente die Plasmodien mit einer derben (wie es scheint kieselsäurehaltigen) Membran umgeben konnten.

Auffälliger als bei den *Centrales* ist es bei den pennaten Diatomeenformen zu beobachten, daß nach der vielfach in einer Art gleichzeitig erfolgenden Auxosporenbildung in den ganzen Kolonien der Art diese neue vergrößerte Generation so sehr viel kräf-

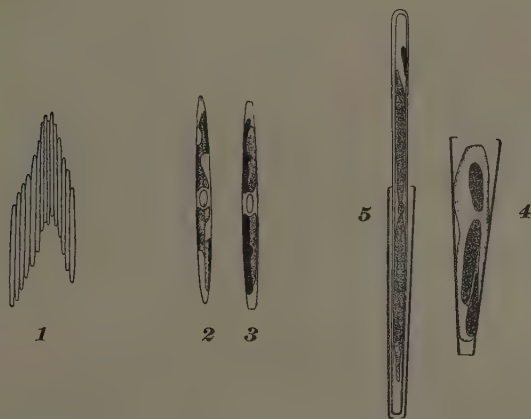


Fig. 190. *Nitzschia (Bacillaria) paradoxa*. Auxosporenbildung. 1 Habitus der Kolonie. 2 Schalenansicht. 3 Gürtelansicht. 4 Anschwellen der Zelle und Aufsprennung. 5 Streckung des Inhaltes zur Auxospore. (Nach G. Karsten [19.] 250/1.

tiger vegetiert, und sich ausbreitet, daß man nach kurzer Zeit überhaupt nicht mehr imstande ist, die vorher allein vorhandene kleine Zellform aufzufinden, sie werden vollkommen von der aus den Auxosporen hervorgegangenen größeren Generation verdrängt und sind alsbald vollkommen verschwunden. Die Widerstandsfähigkeit ist nach diesem in der Natur periodisch erfolgenden Vorgang der Auxosporenbildung für alle nicht dabei beteiligten Zellen erloschen.

## 7. Dauerzustände.

1. Doppelte Schalenbildung und Craticularstadium. Die Ausdauer der Diatomeen, die durch ihr zeitiges Auftreten zu Beginn des Jahres und nach dem trocknen Sommer wieder im Herbste sich zeigt, setzt das Durchhalten dieser für die Vegetation ungünstigeren Zeiten in irgendeiner Form voraus. Können auch die vegetativen Zellen bereits eine längere Zeit ungünstigerer Außenfaktoren ohne erhebliche Schädigung wenigstens in vielen Arten ertragen, wie sicherlich überaus zahlreiche, in jeder Straßenpflanze vorkommende Formen beim Austrocknen ihres Standortes mit dem Straßenstaub, also in trockenem Zustande, weithin durch den Wind übertragen werden, so ist doch vielleicht nicht jede pennate Art mit gleicher Dauerhaftigkeit der vegetativen Zellen begabt. Da kennt man nun die doppelte oder mehrfache Schalenbildung, die den lebenden, stark kontrahierten Plasmakörper von einer bis zu vielen weiteren, immer kleiner werdenden Schalen umgeben zeigt (Fig. 191). Derartige Stadien sind bekannt

von *Fragilaria*, *Himantidium*, *Navicula* und *Achnanthes*, wie sie häufiger in Kiel beobachtet werden konnten. Wahrscheinlich sind noch andere Formen befähigt, derartige Dauerzustände hervorzubringen.

(Nachträgliche Einschiebung:) In diesen doppelten bis vielfachen Schalenbildungen etwas Neues zu erblicken und von einer »Häutung« als neu erkanntem Vorgang zu schreiben, zeugt vielleicht von verzeihlicher Unkenntnis der Literatur, da längst von O. Müller und Grunow solche Bildungen bekannt gemacht worden sind. Dagegen ist die Aufklärung des Entstehens dieser Bildungen durch Nährstoffarmut wertvoll. Ich kann diese Deutung unterstützen durch die Beobachtung, daß lange stehengelassene Kulturen, in denen verschiedene Naviculaceen lebten, sich ebenso verhielten, was auf eine Konzentrierung des Meerwassers durch Verdunstung und gleichzeitige Verringerung der Nährstoffe zurückzuführen war, da Zusatz neuen Wassers mit Nährstoffen eine normale Weiterentwicklung und regelmäßige Zellteilungen wiederbrachte.

Von dieser doppelten bis vielfachen Schalenbildung sind zu unterscheiden die sog. »Craticular«-Bildungen, die mehrfach von Grunow, Pfitzer u. a. beschrieben sind.

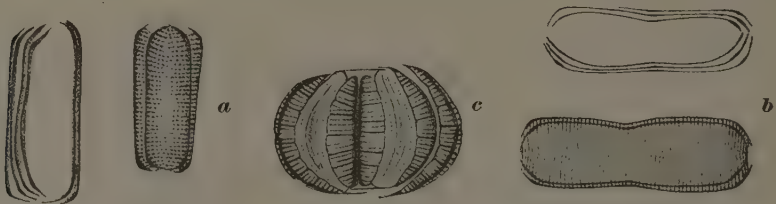


Fig. 191. Doppelschalenbildungen von *Navicula bacillaria* var. *cruciata*. b *Anomoeoneis sphaerophora*. c *Rhopalodia gibberula* var. *sphaerula*. (Nach O. Müller.) 1000/1.



Fig. 192. Craticulargerüst von *Navicula cuspidata*. (Nach O. Müller.) 1000/1.

Hier folgen wir der genauen Darstellung von Otto Müller: »Die vollständige Craticularform besteht aus vier vollkommen trennbaren Teilen jeder Zellhälfte: 1. Normale Schale, 2. Craticular-Gerüst, 3. Anormale Schale, 4. Gürtelband.«

Das Craticular-Gerüst (Fig. 192) für *Navicula cuspidata* besteht aus einem Rahmen in Form der Schale, der in apikaler Richtung von einem stark hervortretenden axialen Strange durchzogen wird. Starke Rippen in der Mitte divergierend, an den Enden mehr konvergierend liegen tiefer und steigen zu dem erhöhten Mittelstrang auf. Aus dem Rahmen tritt oberhalb der Rippen noch eine septenähnliche Membran hervor, die nach innen unregelmäßig ausgezackt ist, als ob nicht fertig ausgebildete Rippen angelegt wären. Dieser Rahmen wird von dem Gürtelbandrande der Schale umfaßt.

Die anormale Schale wird unterhalb der Rippen des Craticular-Gerüsts angelegt. Ihre Schalenzeichnung ist abweichend. Somit handelt es sich um Doppelschalenbildung mit dazwischen eingelagertem, offenbar mechanisch stark ausgebildetem Gerüst, das vielleicht einem Zusammengedrücktwerden entgegenwirken soll, oder jedenfalls kann.

2. Sporenzustände. Ruhesporen sind bei pennaten Diatomeen sehr selten. Aus dem vorher erwähnten plötzlichen Verschwinden der Formen nach erfolgter Auxosporenbildung könnte man ja folgern, daß z. B. bei der noch zu erwähnenden *Brebissonia Boeckii* die massenhaft gebildeten Auxosporen zu Boden sinken und als Ruhezustände

den Winter über persistieren, um bei der neu beginnenden Vegetationsperiode aufsteigend in rascher Teilungsfolge die Minimaldurchschnittsgröße zu erreichen, die erneute Auxosporenbildung bedingt. Gewisses ist darüber bisher nicht festgestellt, doch ist dieses Verschwinden wie mit einem Schläge außerordentlich merkwürdig.

Wirkliche Ruhesporen sind nun festgestellt für *Fragilaria oceanica* von Cleve und *Fragilaria pectinalis* von Ralfs; außerdem für *Achnanthes taeniata* durch H. H. Gran. In diesen genannten Fällen wird die ganze Zelle zur Dauerspore. Bemerkenswert erscheint, daß alle diese Formen zu den neritischen Planktonformen gehören, die sich in ihrer Lebensweise also den *Centrales* soweit nähern, daß sie auch die bei diesen sehr häufigen Dauersporen in ihren Lebenszyklus aufgenommen haben.

Die von Hustedt bei *Eumotia* aufgefundenen Mikrosporen konnten (S. 182) unter den Begriff der Hypertomie eingereiht werden. Ob aber die von West gefundenen »dickwandigen« Sporen für *Surirella spiralis*, die er selber als »Restingspores« bezeichnet, richtiger als Ruhezustände aufgefaßt werden müssen, oder ebenfalls der Hypertomie unterzuordnen sind, mag einstweilen dahingestellt bleiben.

### E. Zur Physiologie der Diatomeenzelle.

Das physiologische Verhalten der Diatomeen ist bereits in dem Text hier und da gestreift worden. So ist auf den relativ hohen osmotischen Druck, der in den Diatomeenzellen herrscht, hingewiesen. Durch den Nachweis einer Pektinhaut, die den Plasmakörper innerhalb der Kieselschalen umschließt, wird ja dem auffallenden Verhalten, daß der osmotische Druck die gegeneinander beweglichen Zellen nicht auseinanderprengt, eine gewisse Erklärung gegeben.

Die Bedeutung von Temperatur und Licht, sowie Salzgehalt wird sich aus den Darstellungen des periodischen Verhaltens ergeben. Dagegen ist hier noch zu erwähnen, daß die Ernährungsansprüche der Diatomeen nach den Untersuchungen von O. Richter (66, 68) über diejenigen der Mehrzahl der Pflanzen hinausgehen, da sowohl Natrium wie Kieselsäure für die Diatomeen unentbehrliche Nährstoffe darstellen, die den übrigen Pflanzen ja ohne Schaden fehlen können.

Alles weitere wird sich aus der Darstellung der

### Periodizität des Lebens der Diatomeen und ihrer Abhängigkeit von äußeren Faktoren

ergeben: *A. Pennales*, die hier der Einfachheit halber vorangestellt seien.

Die am Grunde lebenden Diatomeenformen sind in der Lage, ihre Nährstoffe in nächster Nähe zu ergänzen, so daß sie ihre Periodizität unabhängig von der Nahrungszufuhr nur nach den beiden wechselnden Faktoren Temperatur und Licht einrichten können. Die vorliegenden Beobachtungen stammen ausnahmslos aus mitteleuropäischen Breiten, so daß beide Faktoren etwa parallel gehen. Genauer beobachtet ist das Verhalten der Meeresdiatomeen in der Kieler Förhde. Hier beginnt regeres Diatomeenleben an der flachen Sandküste bereits im Februar-März, also bei sehr niedriger Temperatur, aber bei steigender Lichtmenge. Die Hauptmasse der pennaten Formen lebt jedoch in größerer Tiefe auf dem Schlickboden. Hier sind Februar, März, April die kältesten, der Oktober der wärmste Monat. Durch diese Temperatureinflüsse verschiebt sich am Boden bei 20–32 m das Erwachen der Diatomeenvegetation auf den Sommer und ist im Hochsommer bis zum Herbst am lebhaftesten.

Somit ist der Einfluß der Temperatur nicht ganz gleichgültig; auch auf dem Sandboden, an Pfählen auf *Zostera*-Blättern steigert sich die Besiedlung bei zunehmender Wärme schnell. Das Festsetzen auf näher der Oberfläche befindlichem Substrat zeugt gleichzeitig für größeres Lichtbedürfnis. Nicht alle Spezies verhalten sich gleichartig, so sind die *Schizonema*-Schläuche im Habitus *Ectocarpus*-Pflänzchen ähnlich und am Grunde festgesiedelt, früher mit ihrer Vegetation zu Ende, sie gedeihen April-Juni am besten, den Hochsommer erreichen sie nicht, sei es der größeren Wärme wegen, sei es, weil sie leicht von höheren Ufergewächsen beschattet nicht hinreichendes Licht erhalten.

Lehrreich für den Einfluß von Temperatur und Licht auf die verschiedenen Lebensprozesse ist das Verhalten von *Brebissonia Boeckii* (Ktzg.) Grun. im Kieler Hafen. Diese

Form fand sich in den Beobachtungsjahren 1896—1898 regelmäßig frühe auf *Zostera*-Blättern ein, die es bis zum Juni mit einem dichten Sammetüberzug vollkommen bedeckte, so daß zwischen diesen gestielten Zellen keine andere Form sich halten konnte. In den Jahren 1896 und 1897 folgten im Mai-Juni eine drei- bis vierwöchige Periode warmen, sonnigen Wetters auf die Vollbesiedlung der Blätter und Ende Juni-Anfang Juli traten die gesamten Brebissonien in (sexuelle) Auxosporenbildung ein, worauf die von ihren Zellen verlassenen Gallertstiele eingingen und Mitte Juli etwa die *Zostera*-Blätter vollkommen kahl und grün wiedererschieden. 1898 aber blieb die warme sonnige Periode aus; die *Zostera*-Blätter waren zwar wieder ebenso von der braunen Sammetschicht überzogen, aber die Auxosporenbildung trat nur vereinzelt auf und die Blätter blieben den ganzen Sommer mit ihrem braunen Mantel bedeckt. Anfang August ward die Beobachtung abgebrochen. Zur Auxosporenbildung gehört, für diese Art wenigstens, mehr Wärme als zu guter vegetativer Entwicklung.

Für diese pennaten Formen liegt also die Vegetationsperiode im Frühjahr und Sommer, mit steigender Temperatur und Lichtmenge anwachsend und je nach der Tiefenlage später beginnend und endigend. Der Winter mit fehlendem Licht und unzureichender Wärme ist Ruheperiode. Ob die Zellen in Form der Auxosporen überwintern oder in der Form von Craticularzuständen, — denn eigentliche Ruhesporen sind nur von sehr wenigen pennaten Formen bekannt — bleibt aufzuklären.

Vergleichen wir hiermit jetzt das Verhalten einer von Paul Schmidt näher erforschten zentrischen Grund- oder Schattenform des Süßwassers *Melosira varians*. Die Art ist Bewohnerin fließenden Wassers; sie wird bei den Frühjahrüberschwemmungen der Elbe in die Tümpel der Elbwiesen eingeschwemmt, wo sie sich nahe am Grunde schwebend erhält, bis die Temperatur im Sommer ansteigt; in Kulturen starben alle Zellen schon bei 24° C ab. Hinzu kommt eine große Empfindlichkeit gegen Licht. Nur am Rande der Tümpel, unter dem Schutze höherer Uferpflanzen vermochte *Melosira* sich zu halten. In Kulturen waren demnach kühle und halbdunkle Kellerräume diejenigen Stellen, wo *Melosira* am besten gedieh. So war es im warmen Sommer 1921 mit der *Melosira*-Vegetation der Tümpel bald zu Ende. Dagegen waren im Strombett der Elbe unter den Brückenjochen, wohin noch eine sanfte Strömung des sehr flach gewordenen Flusses reichte, und wo gleichzeitig neben der Beschattung auch wohl das sauerstoffreichere fließende Wasser die an Halmen oder festgeratenen Ästen sitzenden *Melosira*-Fäden erreichen konnte, diese in bester Vegetation zu finden. So liegt hier die Hauptvegetationszeit im Frühjahr, im Sommer wird sie überall sehr spärlich, im September Beginn einer neuen Vegetationsperiode, die im Oktober-November ihren Höhepunkt erreicht. Die eigentliche Heimat ist das Strombett, wo *Melosira* auch den Winter zubringen dürfte.

Anders als im fließenden Wasser sind die Verhältnisse in den größeren Binnengewässern, von denen z. B. die dänischen Seen durch Wesenberg-Lund sehr vollständig und sorgfältig untersucht sind. Von besonderem Interesse ist hier das vikarierende Verhalten der beiden verbreitetsten Diatomeengattungen *Melosira* (*crenulata* und *granulata*) und *Asterionella gracillima* in bezug auf die Temperatur. Die beiden stets zusammen vorkommenden *Melosira*-Arten gedeihen am besten bei Temperaturen von 4—10°, haben also ein Maximum im Spätherbst. Wenn aber ein frühzeitiger Frost eintritt, verschwinden sie vollkommen; sie sinken tiefer und lagern während der ganzen Ruhezeit auf dem Grunde. Sie finden sich am häufigsten in flachen, warmen Seen vor.

Die infolge ihrer Gallertentwicklung weitaus besser schwimmende, in Kolonien vorkommende *Asterionella* dagegen hat ihr Maximum, gleich nachdem das Eis aufgebrochen ist, etwa im März. Merkwürdigerweise scheint das Erreichen eines erheblichen Maximums bei so niedriger Temperatur von dem vorübergehenden Einfrieren der Seen und auch wohl der schwimmend verbleibenden *Asterionella* abhängig zu sein. Wenigstens mußte Wesenberg-Lund aus dem Verhalten der Zellen diesen Schluß ziehen. So waren im Januar 1902, wo alle Seen gerade eisfrei waren, die Asterionellen in einem großen Maximum begriffen, aber nur in denjenigen Seen, die im Dezember eingefroren gewesen waren und gerade in denselben Seen befand sich *Melosira* im Minimum. Demnach wirkt der Frost auf *Asterionella* als Wachstumsreiz.

Auf die zahlreichen und sorgfältigen jahrelang durchgeführten Arbeiten der in

der Literaturzusammenstellung genannten amerikanischen Forscher weiter einzugehen, muß ich mir versagen, da es zu weit führen würde.

Außer Temperatur und Licht kommt für Brackwasserformen ja noch der Salzgehalt als wesentliche Lebensbedingung hinzu. Einmal ändert, nach Hustedt (98 a), sich das Gesamtbild der Flora mit dem Salzgehalt des Gewässers; je höher der NaCl-Gehalt ist, um so weniger Süßwasserformen können dauernd darin leben, sooft sie auch durch Wind usw. hineingelangen und als abgestorben gefunden werden. Außerdem findet aber eine eigenartige Veränderung der Form bei halophilen Arten statt, die sich bei untersuchten Arten derart zusammenfassen läßt: »Abnahme der Konzentration hat eine Verkürzung der Apicalachse (Sagittalachse Schütt) zur Folge, häufig verbunden mit besonderer Abschnürung der Polek; dabei sind die Meeresformen als Ausgangsformen gedacht. Wo ein allmählicher Übergang vom Meere zum Süß- oder Brackwasser stattfindet, wie in schmalen, weit in die Küste einschneidenden Meerbusen oder in weiten Flußmündungen, da können Süßwasserformen weiter ins Meer und auch umgekehrt Meeresformen weiter landeinwärts gelangen. Jeder plötzliche Konzentrationswechsel aber läßt die Diatomeen schnell absterben, bei den Süßwasserformen durch Giftwirkung, bei den Meeresformen durch Aufplatzen der Zellen wegen ihres höheren osmotischen Druckes bei Anführen eines entsprechenden Gegendruckes im Medium (vgl. Kolbe [27 a]).

B. *Centrales*. Sehen wir hier von den Grundformen wie *Melosira* ab, so spielt mit wachsender Entfernung vom Boden oder Festlande die Ernährung für die Periodizität die Hauptrolle. Die verschiedenen Meere verhalten sich darin aber ganz verschieden. Die einfachsten Verhältnisse bietet der überall gleichmäßig warme und das ganze Jahr hindurch von einer hochstehenden Sonne beleuchtete Indische Ozean. Dem Lichtbedürfnis verschieden angepaßte Diatomeenformen bedingen den Unterschied zwischen einem Oberflächenplankton aus Rhizosolenien- und Chaetocerasketten bestehend und einem Tiefenplankton, einer Schattenflora, wie Schimper zuerst festgestellt hat, aus *Planktoniella*, *Gossleriella* und anderen ohne Schwebflügel noch tiefer schwebenden Diskoiden gebildet. Eine weitere wesentliche Differenz ist zwischen dem an Masse geringem, an Formen reichem »Ozeanischen« Hochsee-Plankton und dem »Neritischen« Küstenplankton hervorzuheben, wo die vom Lande herrührenden größeren Mengen an Nährstoffen ein reicheres Pflanzen-, speziell Diatomeenleben ermöglichen. Typische neritische Formen sind *Skeletonema*, *Streptotheca*, *Cerataulina*, *Lauderia* und verschiedene *Chaetoceras*-Arten wie *Lorenzianum*, *contortum*, *sorale* u. a. Hier mischen sich meist noch vom Lande hereingespülte Grunddiatomeen in die Plankton ein, wie *Navicula*, *Pleurosigma* und *Nitzschia*-Arten, daneben *Synedra*, *Licmophora* und *Asterionella*. Alles Formen, die im ozeanischen Plankton vollkommen fehlen oder mindestens außerordentlich selten sind. Auf diese beiden Verschiedenheiten, das verschiedene Lichtbedürfnis und die verfügbare Nährstoffmenge, sind die Planktondifferenzen im gleichmäßig warmen Indischen Ozean beschränkt.

Ganz anders liegen die Verhältnisse im Atlantischen Ozean mit seinen zahlreichen Stromkreisen. Zwar ist auch hier in den äquatorialen Breiten das ozeanische Plankton dem indischen ähnlich, aber an der ganzen westafrikanischen Küste ist unter dem Einflusse des aus der Tiefe emporgestauten kälteren Auftriebwassers ein besonderer Reichtum an allen Nährstoffen geboten (Nathanson 99), dem eine außerordentlich üppige Vermehrung der Diatomeen entspricht. Es ist ja eine besonders hervortretende Eigenschaft der Diatomeen eine auffallend starke Vermehrung unter Verbrauch großer Mengen von Nährstoffen zu zeigen. Da nun neben den für alle Pflanzen notwendigen Nitraten oder Ammoniumverbindungen, Phosphaten und CO<sub>2</sub> auch noch gelöste Kieselsäure für Diatomeen notwendig ist, so werden an solchen Auftriebsgebieten, wo stetig alle Nährstoffe dauernd nachströmen, die Diatomeen oft unter Ausschluß oder doch starker Zurückdrängung anderer Mitbewerber sich dauernd halten können, während den Konkurrenten vielfach noch die niedere Temperatur des Auftriebwassers minder förderlich sein dürfte, welche das Diatomeenwachstum kaum beeinträchtigt.

So spielen bei hinreichenden Nährstoffen vor allem wiederum Licht und Temperatur eine differenzierende Rolle, da ja doch jede Form an bestimmte Ausmaße angepaßt zu sein pflegt. Hier sind die jahrelangen Beobachtungen von Mangin (98) für die französische Kanalküste auf der Reede von St. Vaaste de la Hogue von

Interesse. Sie zeigen die an höhere Temperaturen angepaßten Arten wie *Rhizosolenia Shrubsolei* mit einer Wachstumsperiode im Sommer, vom März ab ansteigend mit einem Maximum im Juni bis August, dann abfallend bis zum Dezember und Januar; ähnlich verhält sich *Rhizosolenia Stolterfothii*.

Die Mehrzahl der Diatomeen aber ist an Jahreszeiten mit niederen Temperaturen angepaßt. Hier zeigen sich aber Unterschiede; die einen besitzen ein Wintermaximum wie *Biddulphia mobiliensis*, an der Bergon seine bekannten Mikrosporenbeobachtungen an der atlantischen Küste in Arcachon während des Monats Dezember machen konnte. Er sagt, daß die Form vom 20. November an begann häufiger zu werden, um im Dezember in großen Mengen vorzukommen. So liegt, wie immer, die Zeit der Auxosporenbildung wie der sexuellen Mikrosporenbildung in der Periode des maximalen Vorkommens der Art.

Andere Formen aber besitzen in den kühleren Jahreszeiten zwei Wachstumsperioden, eine im Frühjahr und die andere im Herbst. Z. B. nach demselben Beobachter (Mangin) ebendort auf der Reede von St. Vaaste *Chaetoceras sociale* und *Biddulphia mobiliensis* Februar—April und September—Dezember; während bei dieser Art die zweite Wucherungsperiode die stärkere ist, dreht sich dies Verhältnis bei *Chaetoceras* um, wo das Frühjahrmaximum die Herbstwucherung bedeutend überwiegt.

Besonders gut untersucht sind die Planktonverhältnisse in der Ost- und Nordsee. Die sehr flache Ostsee ist bei weitem das planktonreichste Gebiet, da die Einwirkung jedes stärkeren Windes bis auf den Boden geht und Nährstoffe in die oberen Wasserschichten emporführt. Trotzdem wird von den herrschenden Gattungen der Kieler Förde *Chaetoceras* und *Skeletonema* in der ersten Wucherungsperiode vom März bis Juni eine derartige Erschöpfung der Nährstoffe erzielt, daß — vielleicht unter Mitwirkung der höheren Sommertemperatur die Formen im Sommer verschwinden, nachdem sie massenhaft Ruhesporen gebildet haben. Dann treten sie im September bis Oktober wiederum in fast derselben Menge zu ihrer zweiten Wucherungsperiode auf und verschwinden während der kalten Wintermonate, wo dann *Coscinodiscus*-Formen ihre Stelle einnehmen. Ebenso ist es in der Nordsee, Skagerrak und Kattegatt und hier konnte Brandt durch Analyse des Wassers auf die wichtigsten Nährstoffe (Phosphate, Stickstoffverbindungen, CO<sub>2</sub> und Kieselsäure) nachweisen, daß das Aufhören der Frühjahrswucherung mit dem Minimum der im Meereswasser gelösten Kieselsäure, Ammoniak, Nitrate und Phosphate zusammenfällt, woraus ohne weiteres hervorgeht, daß die wuchernden Diatomeen den vorherigen Überschuß verbraucht hatten.

Der Einfluß der Meeresströmungen endlich sei zunächst für den südlich des Äquators liegenden Teil der Atlantik beschrieben. An der Ostseite geht der Westküste Afrikas entlang der kalte Benguelastrom (16—17°) von der Antarktis aus, und er ist verantwortlich für das Wüstenklima Südwestafrikas, wie für den außerordentlichen Reichtum des dortigen Meeres. Charakteristische Diatomeen des Benguelastromes sind *Rhizosolenia stricta*, *Synedra auriculata*, *Thalassiothrix*, *Thalassiosira*, *Chaetoceras* und *Actinopterychus*-Arten. Aus dem warmen Busen von Guinea läuft die Guineaströmung in wechselnder Richtung dem Benguelastrom entgegen und drängt ihn von der Küste ab. Hier finden sich als charakteristische Formen des Warmwassers (26—27°) *Chaetoceras peruvianum* Betw., *Rhizosolenia imbricata* u. andere an der Oberfläche, in größerer Tiefe aber die Schattenformen *Planktoniella* Sol. Schütt, *Gosslerella tropica* Schütt, *Antelminella gigas* Schütt usw.

An der Westseite des Südatlantik ging die Fahrt der »Deutschland« über die Lohmann (97) berichtet, zunächst mit dem Südaquatorialstrom, und zwar dem Teil der Brasilströmung an der brasilianischen Küste entlang im Warmwassergebiet (über 20°). Vorherrschende Diatomeenformen *Chaetoceras*-Arten bei einer Volksdichte von 13 000 Individuen im Liter. Vom 30—40° s. Br. ab läuft der Brasilströmung entgegen der kalte Falklandstrom aus der Antarktis kommend und die Brasilströmung von der Küste abdrängend. Die vorherrschende Diatomeenform war *Rhizosolenia* mit einer Volksdichte von 14 800 Individuen im Liter. Temperatur unter 20°. Das Grenzgebiet zwischen den beiden Strömen war außerordentlich arm und nur mit ganz geringen Volkszahlen besetzt.

Über die Stromgebiete des nördlichen Teiles des Atlantischen Ozeans gibt die Hensensche Planktonexpedition den ersten vollständigeren

Aufschluß, der durch die verschiedenen norwegischen Expeditionen wesentlich vervollständigt wurde. Der Golfstrom bringt wärmeres, sich langsam abkühlendes Wasser bis an die Norwegische Küste und Island hinauf. Seine Charakterpflanzen findet Schütt in *Dactyliosolen*, *Bacteriastrum varians* und *Thalassiosira*. Der mit seinen westlichen Ausläufern sich vermischende West-Grönlandstrom führt *Synedra thalassiothrix* Cleve in großer Menge. Die zwischen Island und Ostgrönland sich einfügende Irminger See ist ein Mischwassergebiet aus wärmerem Golfstromwasser und kälterem, besonders durch den unmittelbar an der Küste Ostgrönlands verlaufenden Ostgrönlandstrom zugeführtem kalten Wasser. Hier ist ein ganz auffallender Reichtum an Plankton gefunden, besonders aus *Rhizosolenia semispina* Hensen und *Rhizosolenia styliformis* Bright., *Synedra thalassiothrix*, *Coscinodiscus*, *Asteromphalus* und *Dactyliosolen* bestehend.

An der Nordamerikanischen Küste verläuft dann der sehr kalte Labradorstrom westlich des Westgrönlandstromgebietes hervorbrechend, für den Schütt eine dem *Coscinodiscus obscurus* A. S. nahestehende Form als Charakterform auffassen möchte. Der über Neufundland verlaufende Labradorstrom trifft dann auf den sehr warmen Floridastrom, der aus dem Mexikanischen Golf hervorgeht und als typisches Warmwassergebiet *Planktoniella*, *Gosslerella* und *Antelminella* führt. Zwischen Floridastrom und Nordäquatorialstrom liegt endlich die Sargassosee als stromloses Warmwassergebiet, das in seinem Charakter der Planktondiatomeen mit dem Floridastrom übereinstimmt.

Als allgemeines Resultat ergibt sich, daß man im Meere zwei durch Temperaturunterschiede getrennte Florengelände annehmen kann: Warmwasser und Kaltwassergebiet. Die Süßwasserformen werden sich der geographischen Breite nach ebenso unterscheiden. Einige Zahlenangaben nach Schütt: »Die kalten Gewässer sind viel reicher an Individuen als die warmen. Wasser im Atlantik enthielt z. B. Herbst 1889 unter 1 qm Meeresoberfläche an Millionen Zellen: 1. im Warmwassergebiet (Sargassosee) 0,208 000, 2. im Kaltwassergebiet: Kalter Golfstrom westlich von Schottland 18, Labradorstrom 19, Irminger See (Wucherungsperiode mit Wasserfärbung) 4870.«

## F. Wanderungen der Diatomeen.

Die auffallende Erscheinung, daß trotz der Meeresströmungen dieselben Formen jedes Jahr am gleichen Orte wiederkehren, läßt sich vielleicht durch die massenhaft zu Boden fallenden oder in tieferen Sprungschichten sich schwebend erhaltenden Ruhe-sporen erklären. Daneben sind aber doch auch Wanderungen der Diatomeen festgestellt worden. Zunächst sei an die gemeinsamen Formen der Arktis und Antarktis erinnert, für deren Vorkommen man kalte Tiefenströmungen als Bindeglieder annimmt. Viele Formen werden alljährlich durch die Meeresströmungen in Gebiete geführt, wo sie nicht dauernd ihre Lebensbedingungen finden und alljährlich wieder zugrunde gehen. Belege dafür bringen Ostenfeld, Gran, Cleve u. a., die ausführen, daß zahlreiche im Golfstrom heimische Warmwasserformen mit dem Strom nach Norden geführt werden, dort aber im nordischen lichtlosen Winter zugrunde gehen.

Daß vielleicht auch der rege Schiffsverkehr zu der Verschleppung von Formen in andere Meeresgebiete beiträgt, möchte Ostenfeld für *Biddulphia sinensis* annehmen, die im Indischen Ozean heimisch, auch im Pazifik überall auftritt und seit einigen Jahren regelmäßig in der Nordsee bei Helgoland mit einem Wucherungsmaximum im August bis September gefunden wird. Das ist eines der nicht gerade zahlreichen Beispiele, daß eine an andere Temperatur und Lichtverhältnisse angepaßte Art sich in einem ihr zunächst fremden Gebiet vollständig hat akklimatisieren können und dadurch vielleicht die Aussicht bietet zu einer ubiquitären Form aller Meere zu werden.

## G. Verwandtschaftliche Beziehungen.

Trotz der scharfen Trennung in *Centrales* und *Pennales* ist die Zusammengehörigkeit der Diatomeen nicht zu bezweifeln. Über die sich anschließende Verwandtschaft zu anderen Familien ist die Ähnlichkeit im Zellenbau mit den Desmidiaceen einleuchtend. Beide Familien gleichen sich in der Einzelligkeit, im Bau der Zellwand aus zwei meist symmetrischen Schalen, sowie in der feineren Struktur der Wände mit zahlreichen Poren

und Öffnungen, die für die Kommunikation des Innenplasmas mit der Außenwelt oder für Ausscheidung von Gallerte bestimmt sind.

Die von Schütt angenommene nahe Beziehung zu den Peridiniaceen scheint nicht zu bestehen; der Bau der Zellulosewand aus vielen, durch wachstumsfähige Nähte verbundenen Platten und die völlige Asymmetrie der beiden in der Teilung hervortretenden Zellhälften bilden zu scharfe Unterschiede.

In bezug auf die Fortpflanzungsverhältnisse gleichen die *Centrales*, soweit deren Reduktionsteilung bei Keimung der Zygoten vor sich geht, den Desmidiaceen, die *Pennales* und diejenigen Formen der *Centrales* deren durchweg diploide Zellen sich vor der Gametenbildung reduzieren, den Mesotaeniaceen.

Neuerdings macht Pascher auf Übereinstimmungen im Bau der Heterokonten und Chrysomonaden mit den Diatomeen aufmerksam (Ber. D. Bot. Ges. 39, 236, 1921). Die Zwischenbänder von *Rhabdonema adriaticum* vergleicht er mit den eingeschobenen »Fingerlingen« von *Tribonema* und *Ophiocytium* oder *Dinobryon*. Die mit Stelzen versehenen Chrysomonadencysten ähneln den ebenfalls mit verzweigten Auswüchsen versehenen Ruhesporen einiger *Chaetoceras*-Arten (cf. Fig. 165 B, C). Die Cystenwände von Chrysomonaden und mehreren Heterokonten (*Chlorobotya*, *Meringosphaera* usw.) sind verkieselt. Als Assimilat ist in den drei Gruppen niemals Stärke vorhanden. Wenn aber Pascher auf Grund der nicht ganz klaren Geißelabbildung bei Bergons *Biddulphia*-Schwärmern ungleiche Geißeln annimmt, so ist das jetzt durch die Arbeiten von Pavillard und Paul Schmidt widerlegt, die beiden polständigen Geißeln sind einander vollkommen gleich. Da außerdem die Farbstoffe der Chromatophoren doch nicht übereinzustimmen scheinen und der Differenzen doch gar zu viele sind. — denn die Heterokonten und Chrysomonaden sind schon unter sich sehr verschiedenartig, und nur die für den Vergleich geeigneten sind von Pascher angeführt — dürfte die Zusammenfassung als »*Chrysophyta*« doch nicht das richtige sein.

Immerhin ist ja durch das Auffinden von Schwärmerstadien im Entwicklungsgange der *Centrales* der Hinweis auf Beziehungen zu braunen Flagellaten nicht von der Hand zu weisen, wenn man auch nicht zu sagen vermag, wie die näheren Verhältnisse liegen. Auf die Einfügung der Diatomeen in den sogenannten »Königsberger Stammbaum« einzugehen muß ich mir versagen, bis dieser Teil besser fundiert ist.

## H. Nutzen der Diatomeen.

Die Benützung der Diatomeen knüpft sich an die Erhaltung ihre Kieselskelette in fossilen Schichten, wo sie als Kieselguhr zum Teil fast rein von anderen Beimischungen in Süßwassermergeln, in Schiefern, Guano, Tiefseeschlamm sich abgelagert finden. In der Kreideformation selten, treten sie im Tertiär im Biliener Polierschiefer, bei Kassel im Habichtswald auf und bilden im Diluvium die großen Kieselgurlager z. B. in der Lüneburger Heide. Alluviale Lager sind im Boden unter einem Teil von Berlin und ebenso unter Königsberg nachgewiesen.

Diese Kieselgurlager wurden zur Dynamitfabrikation verwertet; doch dienen sie auch vermöge ihrer schlechten Leitfähigkeit zu Isolierschichten für Maschinenteile, und ebenso als Isolatoren in allen Fällen, wo es auf Trennung verschieden hoch temperierter Räume ankommt, besonders auch bei wissenschaftlichen Versuchen und Apparaten.

Der Nutzen der lebenden Diatomeen besonders auf der Hochsee besteht darin, daß sie neben den Peridineen die Hauptmasse der den verschiedensten Hochseetieren zur Verfügung stehenden Nahrung ausmachen, so daß indirekt der Reichtum des Meeres an Fischen wesentlich auf den Reichtum an Planktondiatomeen zurückgeführt werden muß, wie denn Plankton- und Fischreichtum stets parallel gehen.

## Einteilung der Abteilung.

Die durch Pfützner angebahnte und von Schütt weiter durchgeführte Systematik der Diatomeen gründete sich auf Bau der Schale, ihren Umriß und ihre Zeichnung, Besitz oder Fehlen einer Raphe. Das ergab den Unterschied der *Centrales* und der *Pennales*, jene irgendwie auf kreisförmige, raphenlose Schalen zurückführbar, diese mit zygomorphen, rapheführenden Schalen. Wesentlich verstärkt sind diese Unterschiede durch die bessere Erkenntnis der Auxosporenbildung und der Entwicklungsgeschichte beider

Gruppen. Die *Centrales* zeigen ihre Auxosporenbildung als einfachen Wachstumsvorgang, sie besitzen das bereits bei zahlreichen Familien festgestellte Merkmal der Mikrosporenbildung und einen auf Vereinigung der aus den Mikrosporen hervorgehenden frei beweglichen Gameten beruhenden Sexualvorgang. Die *Pennales* dagegen besitzen in den niederen Formen zwar ebenfalls eine auf Wachstum zurückführbare Auxosporenbildung, bei den weiter vorgeschrittenen frei beweglichen Zellen aber tritt Paarung der Zellen ein; es bilden sich innerhalb der Zellen durch Reduktionsteilung Gameten, die sich durch Zusammenfließen vereinigen. Aus den so entstehenden Zygoten gehen direkt die Auxosporen hervor. So sind die Gegensätze der beiden von Schütt mit glücklichem Griff herausgestellten zwei Unterfamilien durch die neu hinzutretenden Erkenntnisse der Entwicklungsgeschichte wesentlich vertieft worden.

Die weitere Unterteilung nimmt dann erst Rücksicht auf Gestalt und Zahl der Chromatophoren, die Pfitzer glaubte für die Einteilung der Gesamtfamilie in erster Linie mitverwenden zu können.

Die Anordnung von Schütt in der ersten Auflage dieses Buches konnte aus den genannten Gründen zum großen Teil beibehalten werden. Dies bezieht sich besonders auf die *Centrales*. Bei den *Pennales* machten aber die Gattungen *Eunotia*, *Peronia*, *Diatomella*, dann die Sonderung der Epithemien von den Cymbellen und Rhopalodien Schwierigkeiten, über die ein eingehender Briefwechsel und persönliche Aussprache mit Dr. Fr. Hustedt gepflogen wurde. So sind wir beide zu dem hier folgenden System gelangt.

### Familien und Unterfamilien.

A. Schalen zentrisch gebaut; Struktur regellos, konzentrisch oder radiär, nicht gefiedert. Ohne Raphe und ohne Pseudoraphe. Querschnitt kreisförmig, polygonal, elliptisch, selten schiffchenförmig oder unregelmäßig . . . . . A. **Centrales**.

a. Zellen diskusartig, flache Scheiben, kurze Büchsen, in der Regel ohne Zwischenbänder. Querschnitt meist kreisförmig, meist ohne Hörner oder Buckel

#### I. Discaceae.

a. Schale nicht durch Rippen oder Strahlen oder Rücken in Sektoren geteilt, bisweilen mit radialen Punktareolenreihen, bisweilen auch mit Dornen, ohne Augen und Zitzen . . . . . 1. **Coscinodiscoideae**.

I. Zellen typisch Ketten bildend, kurz büchsenförmig; Gürtelseite strukturiert

#### a. Melosireae.

II. Zellen kurz oder lang büchsenförmig, durch stab-, schlauch-, cylinder-, scheibenförmige Schalenanwüchse zu Ketten vereinigt, wenig oder gar nicht strukturiert . . . . . b. **Skeletonemeae**.

III. Zellen einzeln, meist diskusförmig, Gürtelseite nicht strukturiert

#### c. Coscinodisceae.

β. Schalen radialstrahlig, durch Rippen etc. in vollkommene oder unvollkommene Sektoren geteilt, ohne Augen und Zitzen . . . . . 2. **Actinodiscoideae**.

I. Radien nicht gespornt:

1. Schalen mit radialen Rippen, die, vom Rand ausgehend, dem Zentrum zustreben, ohne Flügeleisten und Klauen . . . . . a. **Stictodisceae**.

2. Zellen durch Flügeleisten mit Kranz von extrazellulären Kammern versehen . . . . . b. **Planktoniellaeae**.

II. Radien gespornt:

1. Schale radartig geteilt durch die abwechselnd erhabenen und vertieften Sektoren. Am Rande mit so viel Klauen als Hügelsektoren. Zentralfläche nicht geteilt . . . . . c. **Actinoptyceae**.

2. Schale mit Doppelteilung. Randsegmente alternierend mit keilartigen Streifen, die von der Zentralfläche ausstrahlen. Zentralfläche geteilt

#### d. Asterolampreae.

3. Strahlen keulenförmig, den Rand nicht erreichend, damit abwechselnd hoch über der Schalenfläche liegende, vom Rand ausgehende mit der Spitze gegen das Zentrum gerichtete keilförmige Lappen . e. **Actinoclavineae**.

- γ. Schalen meist radial gewellt, oder mit einzelnen warzenähnlichen Hügeln auf der Fläche. Hügelgipfel mit Zitzen oder Augen oder Stacheln

3. Eupodiscoideae.

I. Schalen mit Zitzen oder Stacheln:

1. Schalenrand mit Hörnchen- oder Hügeln und mit Stachelkranz

a. Pyrgodisceae.

b. Aulacodisceae.

II. Schalen mit Augen:

1. Augen klar. Schalen ohne gewundene Täler . . . . . c. Eupodisceae.

2. Augen undeutlich. Schalen mit gewundenen Tälern . . . . . d. Tabulineae.

- b. Zellen stabartig, mehrfach länger als dick, meist von kreisförmigem Querschnitt

II. Soleniaceae.

- Schalen mit sehr zahlreichen Zwischenbändern . . . . . 4. Soleniodeae.

- I. Schalen ohne Auswüchse, meist flach, bisweilen mit Stacheln oder Dornen

a. Lauderineae.

- II. Schalen mit einem meist etwas exzentrisch gestellten Buckel oder Horn, meist hoch gewölbt . . . . . b. Rhizosolenieae.

- c. Zellen büchsenförmig, kürzer oder ein wenig länger als breit. Schalen mit meist 2, seltener mehr Polen; jeder Pol mit Ecke und Buckel oder Horn. Querschnitt meist elliptisch, seltener polygonal oder kreisförmig. Schalen oft pseudozygomorph

III. Biddulphiaceae.

- I. Hörner lang, mehrfach so lang als die Zelle, ohne Klauen. Zellen mit den Hornwurzeln zu Ketten verwachsen . . . . . 5. Chaetoceroideae.

- II. Hörner kurz, kürzer oder nicht viel länger als die Zelle, wenn länger, so mit Klauen am Ende . . . . . 6. Biddulphiodeae.

1. Buckel und Hörner ohne Klauen.

† Schale bipolar; Panzer unvollkommen verkieselt, fast strukturlos

a. Eucampieae.

- †† Schale tri-multipolar; Panzer kräftig . . . . . b. Triceratieae.

- ††† Schale bipolar . . . . . c. Biddulphiaceae.

- †††† Schale unipolar. Schalen der Zelle verschiedenartig . . . . . d. Isthmieae.

2. Hörner mit Klauen an den Enden . . . . . e. Hemiauleae.

III. Hörner rudimentär oder fehlend. Schale mit Transversalsepten

7. Anauloideae.

- IV. Hörner rudimentär oder fehlend. Schale ohne Transversalsepten, halbmondförmig . . . . . 8. Euodiodeae.

- d. Schalen schiffchenförmig. Struktur regellos oder radiär . . . . . IV. Rutilariaceae.

- Schale nicht halbmondförmig gebogen . . . . . 9. Rutilarioideae.

- B. Schale echt zygomorph, nicht zentrisch gebaut. Querschnitt meist schiffchen- oder stabförmig. Struktur gefiedert. Fiedern in bestimmtem Winkel zur Raphe oder rapheähnlichen Sagittallinie . . . . . B. Pennales.

B I. Araphideae. Jede sagittale Schalendurchbrechung fehlt.

- Also: Schalen ohne Raphe, oft mit Sagittallinie (Pseudoraphe) . . . . . B V. Fragilariaceae.

- a. Zelle nach Sagittal- und Gürtelachse ± stark tafelartig ausgedehnt, mit vielen Zwischenbändern, meist zu Ketten vereinigt . . . . . 10. Tabellarioideae.

1. Zwischenbänder mit Quersepten, beide Schalen gleichartig. Sagittalachse gerade

a. Tabellariaeae.

2. Schalen ungleichartig, Sagittalachse gebogen . . . . . b. Entopyleae.

- b. Zellen vorwiegend nach der Sagittalachse entwickelt, meist stabartig.

1. Zelle in sagittaler Richtung nach einem Pol keilartig zugespitzt

11. Meridionioideae.

2. Sagittalachsen nicht gegeneinander geneigt, oder wenn es der Fall ist Sagittallinie einem Rande genähert . . . . . 12. Fragilarioideae.

\* Sagittallinie median.

- † Schalen mit Transversalsepten . . . . . a. Diatomeae.

- †† Schalen ohne Transversalsepten . . . . . b. Fragilariaceae.

- \*\* Sagittallinie einem Rande genähert . . . . . c. Amphicampieae.

**B II. Raphidioideae.** Raphenanfang vorhanden.

Sagittale Schalendurchbrechungen sind zwar vorhanden, doch vom meist durchbohrten Polarknoten nur eine kurze Strecke der Mitte zu reichend. Zentralknoten stets fehlend. Raphe demnach weniger der Bewegung als dem Stoffaustausch dienend und als *Raphenanfang* zu bezeichnen . . . . . **B VI. Eunotiaceae.**

1. Raphenanfang in der Regel nur auf einer Schale. Zelle in Gürtellage keilförmig . . . . . **13. Peroniaceae.**
2. Raphenanfänge auf beiden gebogenen Schalen. Gürtelbandansicht nicht keilförmig . . . . . **14. Eunotiaceae.**

**B III. Monoraphideae.** Eine Schale mit echter Raphe.

Zelle auf der einen Schale mit einer der Zellbewegung dienenden Raphe, auf der anderen mit oder ohne Pseudoraphe . . . . . **B VII. Achnanthaceae.**

1. Sagittalachse geknickt oder gebogen . . . . . **15. Achnanthaceae.**
2. Transversalachse geknickt oder gebogen . . . . . **16. Cocconeioideae.**

**B IV. Biraphideae.** Beide Schalen mit echter Raphe.

- I. Zelle mit deutlichen Raphen in der Sagittallinie, ungekielt oder der Kiel ohne Kielpunkte . . . . . **B VIII. Naviculaceae.**

α. Schalen ohne Transversalrippen; Raphe mit Zentral- und Endknoten.

1. Zelle nicht keilförmig . . . . . **17. Naviculoideae.**
2. Zelle keilförmig zugespitzt.
  - a. Zuspitzung in der Sagittalachse; Schalenansicht keilförmig . . . . . **18. Gomphonemoideae.**

b. Zuspitzung in Richtung der Transversalachse; Schalenansicht halbmondförmig . . . . . **19. Cymbelloideae.**

β. Schalen meist mit Transversalrippen; Raphe exzentrisch ohne Zentral- und Endknoten; Übergänge von der *Navicula*-Raphe zur Kanalraphe

**B IX. Epithemiaceae.**

1. Zellen ungekielt. Raphe etwa der *Navicula*-Raphe ähnlich, doch ohne Zentral-Endknoten und stark gebrochen . . . . . **20. Epithemiaceae.**
2. Zellen gekielt, auf dem gebrochenen oder gekrümmten Kiel eine Kanalraphe, etwa in der Form der Nitzschienraphe . . . . . **21. Rhopalodioideae.**

- II. Schalen mit sagittalem Kiel, Kiel meist nicht in der Mediane verlaufend

**B X. Nitzschiiaceae.**

1. Transversalschnitt in der Regel rhombisch, Kiel mit Kielpunkten und Kanalraphe . . . . . **22. Nitzschiiaceae.**
2. Kanalraphe in seitlichen Flügeln verlaufend . . . . . **23. Surirelloideae.**

## A. Centrales.

Die Schale ist nach dem kreisförmigen Grundtypus gebaut und hat im einfachsten Falle allseitig gleiche Radien. Oder es sind einzelne ausgezeichnet und der Schalenumriß wird nach der Anzahl der Hauptradien polygonal, mit 5, 4, 3, 2 oder 1 bevorzugten Radien. Bei 1 oder 2 bevorzugten Radien wird die Schale elliptisch oder gestreckt. Aber auch diese pseudozygomorphen Schalen offenbaren ihren zentrischen Grundtypus in ihrer Struktur, die regellos oder konzentrisch über die Schalenfläche verteilt ist. Oder diese zeigt Streifensysteme, die als Radien auf einen Punkt als morphologisches Zentrum hinweisen. Jede Andeutung einer Mittellinie oder Raphe fehlt.

Die Zellform ist der Zylinder von kreisförmiger bis elliptischer oder gar gestreckter Querschnittsform wechselnd und ebenso von verschiedener Höhe. Auswüchse verschiedener Art sind an der Schale häufig.

Die Chromatophoren sind der Regel nach zahlreich (coccochromatisch); Ausnahmen sind selten.

Die Auxosporen sind, soweit bisher bekannt, einfache Wachstumsformen des aus den Schalen hervorquellenden Protoplasmas.

Eine Sexualität ist für einige Formen bekannt. Sie zeigt sich im Auftreten von Mikrosporen, die, als Schwärmer befreit, Zygoten bilden, aus denen bei ihrer Keimung die Zellform wieder hervorgeht.

### A. A. Eucyclicae.

Der zentrische Typus im Schalenbau ist wenig oder gar nicht gestört (eucyklisch). Querschnitt meist kreisförmig oder polygonal, selten elliptisch.

Schale meist ohne größere Auswüchse (Hörner, Buckel), oder wenn mit Auswüchsen, diese dann meist radiär oder zentral gestellt, häufig mit Stachelkranz.

#### A. I. 1. Discaceae-Coscinodiscoideae.

Zellen kurz zylindrisch, im Querschnitt meist kreisförmig, mit flachen discussförmigen Schalen, oder gewölbten, büchsenförmigen Schalen. Hörner, Buckel, Zitzen und Augen fehlen. Schalenstruktur fehlend, ganz hyalin bis grob areoliert. Schalen ohne Raphe oder Pseudoraphe, ohne fedrige Struktur bisweilen in zentrische Abteilungen geschieden oder mit radial-strahliger Struktur, aber nicht durch innere Rippen oder durch Anschwellungen in vollkommene oder unvollkommene Sektoren geteilt. Schalen bisweilen mit Kranz von Stäbchen oder stachelartigen hohlen Röhren oder durch gallertige zentrale Polster zu Ketten verbunden.

Chromatophoren sind zahlreiche kleine, rundliche oder gelappte Plättchen. Kern meist dem Zentrum einer Schale anliegend, von dickerem Plasmamantel umgeben. Schalenzentren bisweilen mit einem einfachen, oder von einer Seite baumartig sich verzweigenden Plasmastrang verbunden.

#### A. I. 1a. Discaceae-Coscinodiscoideae-Melosireae.

Kugelförmige oder kurz zylindrische Büchsen von kreisförmigem, selten seitlich zusammengedrücktem Querschnitt, mit ebenen oder gewölbten, meist gleichartigen Schalen, oft in 2 konzentrische Schichten, einen breiten zentralen Nabel und einen  $\pm$  breiten Randring gesondert; bisweilen mit kleinen Dornen oder Randstacheln und -zähnen; bisweilen mit kreisförmigem Kiel und mit kleinen Wärcchen. Gürtelbandseite meist mit kräftiger Struktur. Schalenmantel hoch. Zellen meist durch Gallertpolster an dem Schalenzentrum zu langen Ketten verbunden. Das zweite Gürtelband wird meist erst kurz vor der Zellteilung ausgebildet.

Die Chromatophoren sind zahlreiche kleine, gelappte Plättchen, an der Zelloberfläche verteilt. Auxosporen: aus einer Mutterzelle entsteht ungeschlechtlich eine blasenförmige Auxospore, ihre Längsachse der primären Zelle bald parallel, bald senkrecht zur Längsachse der Mutterzelle.

#### A. Schalendeckel punktiert.

##### a. Schalendeckel ohne Warzen.

##### a. Schalendeckel und Schalenmantel gleichartig strukturiert, punktiert.

1. Schalenquerschnitt kreisförmig . . . . . 1. Melosira.
2. Schalenquerschnitt oblong . . . . . 2. Druridgea.

##### β. Schalen ungleichartig strukturiert, mit andersartigem Rand.

##### I. Schalenrand schmal ringförmig.

##### aa. Querschnitt kreisförmig.

1. Schalendeckel mit gekrümmten Randrippen; Schalenmantel mit Längsrippen . . . . . 3. Discosira.
2. Schalendeckel radial punktiert. Rand mit Kreiskiel; Schalenmantel grob areoliert . . . . . 4. Paralia.
3. Rand mit gestreiften Bogenfächern, Schalendeckel radial punktiert . . . . . 5. Centroporus.

##### bb. Querschnitt elliptisch . . . . . 6. Muelleriella.

##### II. Schalendeckel mit punktiertem Nabel und sehr breitem, dekussiert liniertem durch Radien in Sektoren geteiltem Rand.

1. Nabel glatt, fein punktiert . . . . . 7. Hyalodiscus.
2. Nabel areoliert . . . . . 8. Hyalodictya.

##### b. Schalendeckel mit Warzenkranz . . . . . 9. Pantocsekia.

B. Schalendeckel (und Schalenmantel) grob areoliert, oft mit Stacheln.

- a. Schalen mit scharfem, kielähnlich erhöhtem, gekerbtem Rand . . . . . 10. *Endictya*.  
b. Schalenrand gerundet, mit einem Kranz hohler Röhren . . . . . 11. *Stephanopyxis*.

1. *Melosira* Ag. (1824) (*Aulacosira* Thw., *Coscinospaeria* Ehrb., *Liparogyra* Ehrb., *Orthosira* Thw., *Pododiscus* Kütz., *Porocyclus* Ehrenb., *Sphaerophora* Hass., *Sphaerothermia* Ehrenb., *Stephanosira* Ehrenb., *Trochiscia* Montagne). Zellen kugelig bis zylindrisch, dicht zu Ketten verbunden. Schalenansicht kreisförmig, einfach punktiert. Chromatophoren: kleine gelappte Plättchen. Auxosporenbildung ungeschlechtlich; aus einer Mutterzelle entsteht eine vergrößerte Tochterzelle, deren Zellachse parallel oder senkrecht zu der der Mutterzelle ist. Im ersteren Falle bleibt die Tochterzelle mit der Mutterzelle in Verbindung und setzt die Mutterkette direkt fort. Mikrosporen und Zygotenbildung beobachtet.

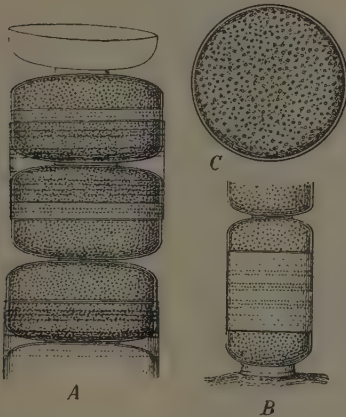


Fig. 193. *Melosira Borrii* Grev. A Mittelstück einer Kette. B Endstück einer solchen auf *Polysiphonia* befestigt (400/l). (Nach W. Smith.) C Schalenansicht. (Nach Van Heurck.)

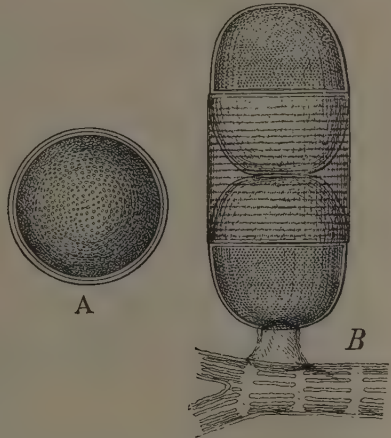


Fig. 194. *Melosira (Podosira) Montagnei* Kütz. A Schalenansicht; B 2 Zellen auf *Polysiphonia* sitzend, in Gürtelansicht (400/l). (Beide nach W. Smith.)

Sekt. I. *Eumelosira* F. S. Zellen in Gürtelansicht zylindrisch, dicht aneinander gekettet. Schalen flach, ohne Kiel, bisweilen mit Furchen; an der Verbindungsstelle eben, einfach punktiert.

Subsekt. 1. *Melosira* Ag. Längsachse der Auxosporen parallel der Längsachse der Mutterzelle. Mehrzahl der Arten. *M. Borrii* Grev. Fig. 193.

Subsekt. 2. *Orthosira* Thw. Längsachse der Auxosporen senkrecht zur Längsachse der Mutterzelle. — Meist in Süßwasser, weniger marin, z. T. fossil. Manche Arten sehr verbreitet und bekannt, z. B. *M. granulata* (Ehrenb.) Ralfs, *M. arenaria* Moore.

Sekt. II. *Lysigonium* Link. Zellen in Gürtelansicht elliptisch oder kugelig, zu Ketten verbunden. Schalen gewölbt, nicht gekielt, einfach punktiert. — 6 Arten, vorwiegend in Süß- und Brackwasser. Im letzteren *M. moniliformis* (Müll.) Ag. In Süßwasser durch ganz Europa *M. varians* Ag.

Sekt. III. *Podosira* Ehrb. (1840). Zellen einzeln oder 2–3 durch Gallertband verkettet, deutlich gestielt, kugelig, abgerundet gestreckt oder zylindrisch. Gürtelband oft quer geringelt (Zwischenbänder); Schalen konvex bis halbkugelig, fein punktiert bis areoliert. Zentraler Stiel kräftig. — 22 Arten, marin und fossil. *M. Montagnei* Kütz. (Fig. 194) an den Küsten des atlantischen Ozeans und im Mittelmeer.

Sekt. IV. *Gaillonella* Ehrbg. Zellen elliptisch, in Gürtelansicht bis kugelig, zu Ketten vereinigt. Schalen konvex, an der Verbindungsstelle gewölbt, einfach punktiert; mit ringförmigem Kiel. — 3 Arten, marin, z. B. *M. nummuloides* in der Ost- und Nordsee. *M. (Gaillonella) hyperborea* Grun. (Fig. 195).

2. **Druridgea** Donk. (1861). Kette frei; Zellen eng verbunden, nur aus 2 oder wenigen Zellen bestehend. Zellen oblong oder elliptisch. Schalendeckel abgeflacht. Querschnitt elliptisch.

1 Art, marin. *D. geminata* Donk. (Fig. 196).

3. **Discosira** Rab. (1853). Zellen scheibenförmig, Ketten bildend, dabei zu dicht verbundenem Zylinder vereinigt. Schalen kreisrund, fast eben, am Rand mit einem Kranz gezackter Zähne. Zentrum fein punktiert. Fläche mit leicht gekrümmten, nach dem Zentrum gerichteten Rippen.

1 Art im Salzwasser. *D. sulcata* Rabenh. (Fig. 197).



Fig. 195. *Melosira (Gaillonella) hyperborea* Grun. (1000/l.) (Nach Van Heurck)

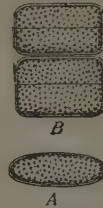


Fig. 196. *Druridgea geminata* Donk. A Schalenschnittansicht; B Gürtelansicht (400/l.). (Nach W. Smith.)

4. **Paralia** Heib. (1863). Zellen zylindrisch. Schalen mit einer dem Rand parallelen Furche. Schalenstruktur ungleichartig; im Zentrum fein punktiert, am Rande Areolenkranz.

8 Arten, marin und fossil. *P. sulcata* (Ehrenb.) Cleve (Fig. 198).

5. **Centroporus** Pant. (1889). Schalen konvex, kreisförmig, mit breitem Rand. Rand mit gestreiften Bogenflächen von der Deckelfläche durch einen hyalinen Ring getrennt, Deckelfläche mit strahligen Punktreihen und rundem, glattem Zentrum.

1 Art, fossil. *C. crassus* Pant. (Fig. 199).

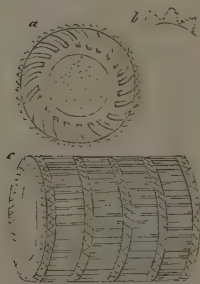


Fig. 197. *Discosira sulcata* Rabenh. a Schalenschnittansicht, b Stück vom Kiel, c Kette. (Nach Rabenhorst)

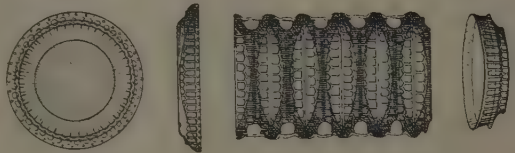


Fig. 198. *Paralia sulcata* (Ehrenb.) Cleve. (Nach W. Schmidt.)

6. **Muelleriella** H. v. H. (1894). Schalen elliptisch, nicht areoliert, in dem Mittelteil glatt, abgesehen von kleinen zerstreuten Dornen. Rand kräftig, durch antikline Rippen in zahlreiche 6eckige Abteilungen geteilt.

1 Art, fossil. *M. lumbata* (Ehrenb.) Van Heurck (Fig. 200).

7. **Hyalodiscus** Ehrb. (1845) (*Lysicyclia* Ehrb., *Pyxidicula* Ehrb., *Hyalodictya* Ehrenb?). Schalen kreisförmig, mit Radialstrahlen oder decussierten Liniensystemen und mit sehr deutlichem, feingezichnetem Nabel.

12 Arten, marin und fossil z. B. *H. scoticus* (Kütz.) Grun. (Fig. 201 A, B) und *H. stelliger* Bail. (Fig. 201 C, D) im Nordatlantik und Mittelmeer.

8. **Hyalodictya** (Ehrb. ?) G. K. (1828) (Syn.: *Chrysanthemodiscus* A. Mann). Wie *Hyalodiscus*, mit areoliertem Zentrum, und sehr zarten, kaum in Punkte aufzulösenden

Radiallinien, die vom Zentrum aus vielfach sich gabelnd gegen den Rand hin undeutlicher werden.

1 Art. Philippinen.

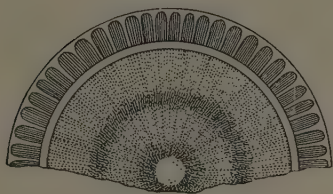


Fig. 199. *Centroporus crassus* Pant. (700/1).  
(Nach Pantocsek.)

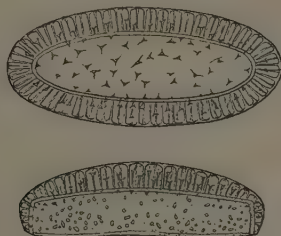


Fig. 200. *Muelleriella lumbata* (Ehrenb.)  
Van Heurck. (Nach Van Heurck.)

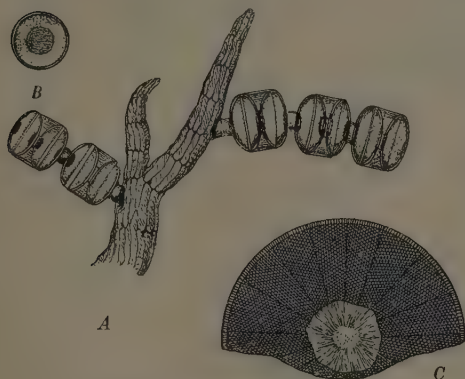


Fig. 201. A, B *Hyalodiscus scoticus* (Kütz.) Grun. A Gürtelansicht; B Schalenansicht. — C, D *H. stelliger* Ball. (400/1). (A, B nach Smith; C, D nach Van Heurck.)

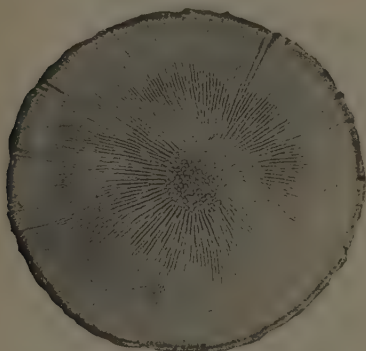


Fig. 202. *Hyalodictya* (*Chrysanthemodiscus*  
A. Mann) *florata* G. K. (450/1).

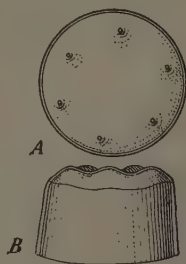


Fig. 203. *Pantocsekia clivosa* Grun. A Schalenansicht; B halbe Zelle in Gürtelansicht (300/1).  
(Nach Pantocsek.)

9. **Pantocsekia** Grun. (1886). Zellen fast zylindrisch, hyalin (bei starker Vergrößerung fast unsichtbar fein punktiert). Schalen fast kreisrund; Schalendeckel mit 5—6 kreisförmig angeordneten warzenförmigen Erhöhungen. Membran dick.

1 Art, fossil. *P. clivosa* Grun. (Fig. 203).

10. **Endictya** Ehrb. (1845). Schalen kreisförmig, reticuliert oder areoliert, mit etwas erhöhtem, gezähntem oder gekerbtem Rande. Gürtelseite areoliert.

7 Arten, marin. *E. campechiana* Grun. (Fig. 204).

11. **Stephanopyxis** Ehrb. (1844) (*Creswellia* Grev., *Dictyopyxis* Grev., *Endictya* Ehrb.?, *Peristephania* Ehrb., *Pyxidicula* Ehrb., *Stephanosira* G. K., *Systephania* Ehrb., *Trochosira* Kitton). Zellen meist Ketten bildend, meist mit stark gewölbtem Dom. Fingerhutförmige Schalen, bisweilen flacher, meist ohne Gürtelbänder. Querschnitt

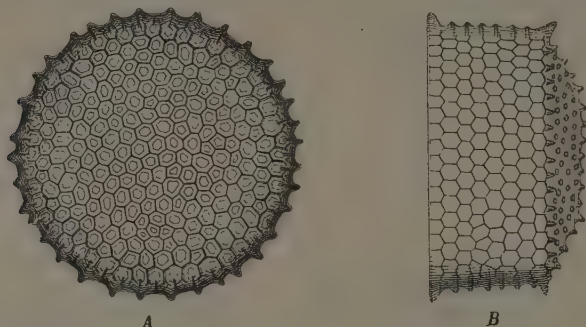


Fig. 204. *Endictya campechiana* Grun. A Schalenansicht. B Gürtelansicht (500/1). (Nach A. Schmidt.)

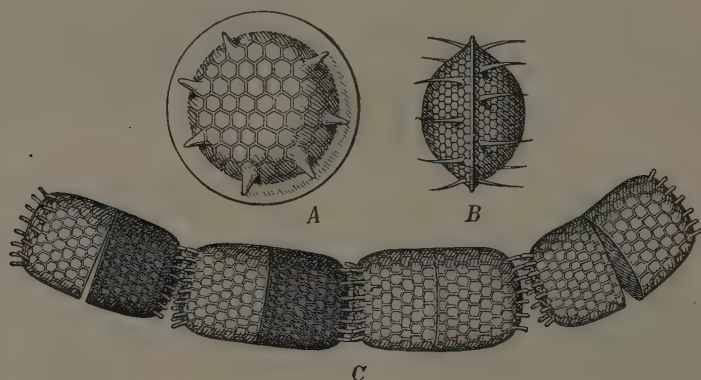


Fig. 205. A *Stephanopyxis superba* (Grev.) Grun., Schalenansicht. — B *St. barbadensis* (Grev.) Grun., Gürtelansicht. — C *St. turris* (Grev.) Ralfs. Kette. (Alles nach Gregory.)

kreisrund oder elliptisch, hexagonal areoliert, mit festen, oft kranzförmig angeordneten Stacheln (*Eustephanyxis*), d. h. mit Plasma gefüllten Röhren, oder ohne Stacheln (*Pyxidicula*).

Zirka 50 Arten; marin und fossil. *S. superba* (Grev.) Grun. (Fig. 205 A) und besonders 205 C *S. Turris* bilden ein Übergangsglied zwischen *Coscinodiscus*, *Melosira* und *Skeletonema*.

#### A. I. 1b. Discaceae-Coscinodiscoideae-Skeletonemieae.

Zellen meist kurz, bisweilen gestreckt, büchsenförmig, meist schwach verkieselt und wenig oder gar nicht strukturiert. Wenn strukturiert, Struktur auch auf der Gürtelseite. Schalen kreisförmig, ohne Hörner, bisweilen mit Kranz feiner Röhren. Zellen durch stab- oder schlauch- oder zylinder- oder scheibenförmige Schalenanhänge zu stabförmigen Ketten verbunden. — Auxosporenbildung: auf ungeschlechtlichem Wege,

aus einer Zelle eine Auxospore. Chromatophoren: 1—2 große Platten in der Zelle oder mehrere kleine Plättchen.

- A. Zellen durch einen weichen Verbindungsschlauch zu beweglichen Ketten verbunden . . . 12. *Thalassiosira*.  
 B. Zellen durch verkieselte Längsröhrchen zu starren Ketten verbunden . . . 13. *Skeletonema*.  
 C. Zellen durch zentrale Hörner zu starren Ketten verbunden.  
   a. Hornenden miteinander verschlungen . . . 14. *Syndetocystis*.  
   b. Hornenden mit den gegabelten Enden verbunden . . . 15. *Thaumatonema*.  
   c. Hornenden mit diskusartig verbreiteter Endfläche verbunden . . . 16. *Strangulonema*.

12. *Thalassiosira* Cleve (1872). Zellen durch lange Zwischenräume voneinander getrennt, zu langen Ketten verbunden, durch Gallertfäden zusammengehalten. Schalenansicht kreisförmig; Gürtelbandansicht viereckig; mit abgestutzten Ecken. Schalen schwach verkieselt, mit einem Kranz von Randstacheln. Oberfläche sehr fein areoliert, radialstrahlig.

Zirka 15 Arten, marin. *Th. Nordenskiöldii* Cleve (Fig. 206), wichtige Planktonform des Nordens.

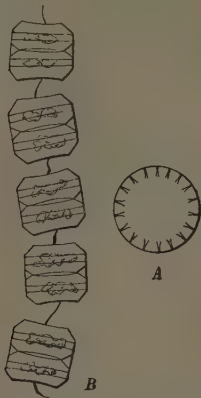
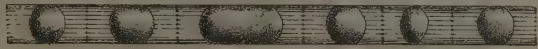
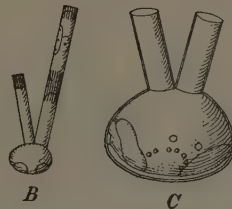


Fig. 206. *Thalassiosira Nordenskiöldii* Cleve. A Schalenansicht; B Kette. (Nach Cleve.)



A



B

C

Fig. 207. *Skeletonema costatum* (Grev.) Grun. A Kette; B und C Auxosporenbildung (800/1). (Nach Schütt.)

13. *Skeletonema* Grev. (1865). Zellen zu Ketten verbunden, zylindrisch, meist nicht länger als dick. Schalendeckel gewölbt oder flach. Zellkörper durch lange Zwischenräume voneinander getrennt, verbunden durch Längsrippen, die Plasma führende Röhren darstellen.

10 Arten beschrieben, davon mehrere wahrscheinlich Sporen anderer Arten. Marin. *S. costatum* (Grev.) Grun. (Fig. 207). Wichtige Planktonform der Ostsee, zeitweilig in großen Mengen die oberen Meeresschichten bevölkernd.

14. *Syndetocystis* Ralfs (1864). Schalen fast kreisförmig; Rand gezähnt; Mitte mit einem zylindrischen, hakenförmig gebogenen Anhang, welcher sich mit dem der Nachbarzellen verbindet. Die Zellen werden dadurch zu Ketten vereinigt.

3 fossile Arten, z. B. *S. barbadensis* Ralfs (Fig. 208).

15. *Thaumatonema* Grev. (1863). Schalen tellerförmig, mit radialstrahligen Punktreihen, im Zentrum mit gebogenem Horn oder Stachel. Die Hornarme (hohle Röhren?) der benachbarten Zellen sind gleich und sind am Ende miteinander verwachsen, dadurch die Zellen zu Ketten vereinigend.

2 Arten, fossil. *T. costatum* Grev. (Fig. 209 A), *T. barbadense* Grev. (Fig. 209 B).

16. *Strangulonema* Grev. (1865). Zellen zylindrisch, punktiert areoliert. Schale im Zentrum mit einem am Ende diskusförmig verbreiterten gezähnten Horn. Schalen benachbarter Zellen mit der Fläche des Horns ver wachsen und dadurch Ketten bildend.

2 Arten, fossil. *S. barbadense* Grev. (Fig. 210).

A. I. 1c. **Discaceae-Coscinodiscoideae-Coscinodisceae.**

Zellen diskusförmig, d. h. meist scheibenartig flache, selten höhere Büschchen von regelmäßig kreisförmigem, selten abweichendem Querschnitt, mit ebenen oder flach gewölbten, selten hochgewölbten, meist gleichartigen Schalen; bisweilen mit verschiedenartigen konzentrischen Schichten; ohne Hörner, Buckel, Zitzen, Klauen; bisweilen mit Dornen oder kurzen Stacheln; ohne exzentrische Augen; nicht durch Rippen oder radialstrahlige Anschwellungen in Sektoren oder Kämmerchen geteilt, doch bisweilen mit radialen Punktareolenreihen. Schalenmantel meist sehr niedrig. Gürtelband ohne Struktur oder mit unauffälliger Struktur. Zellen einzeln, selten mit den Schalendeckeln zu kurzen Ketten verwachsen. Chromatophoren: zahlreiche kleine rundliche oder gelappte Plättchen.

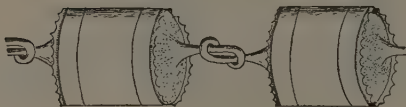


Fig. 208. *Syndetocystis barbadensis* Ralfs.  
(Nach Van Heurck.)

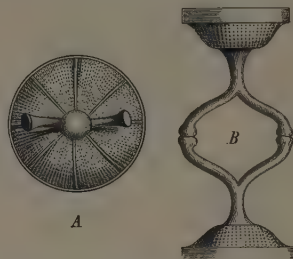


Fig. 209. *A* *Thaumatonema costatum* Grev. Schalenansicht. — *B* *T. barbadense* Grev. Gürtelansicht zweier zu benachbarten Zellen gehörender Schalen (Kettenverbindung) (400/1). (Nach Greville.)



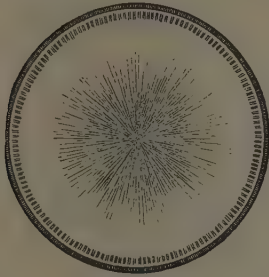
Fig. 210. *Strangulonema barbadense* Grev. Schalen zweier benachbarter Zellen (Kettenbildung) in Gürtelansicht (400/1). (Nach Greville.)

- A. Zellen hoch büchsenförmig, zu Ketten verbunden oder einzeln.
- a. Schalen ohne zentrales Auge.
    - α. Schalen gleich, beide konvex . . . . . 17. *Ethmodiscus*.
    - β. Schalen ungleich, die eine konvex, die andere eben oder konkav . . . . . 18. *Antelminellia*.
  - b. Schalen mit zentralem Auge.
    - α. Auge klein, nicht areoliert . . . . . 19. *Porodiscus*.
    - β. Auge groß, areoliert . . . . . 20. *Craspedodiscus*.
- B. Zellen diskusförmig, einzeln.
- a. Schalendeckel ohne geschwungene Linien.
    - α. Schalendeckel gewellt, mit 2 konzentrischen Abteilungen von verschiedener Struktur: einem breiten Ring und einer Zentralfäche . . . . . 21. *Cyclotella*.
    - β. Schalendeckel nicht so scharf geschieden in 2 gewellte Zonen von verschiedener Struktur, doch häufig am Rande anders strukturiert als im Zentrum.
      - I. Schalenrand mit Kranz kräftiger Stacheln . . . . . 22. *Stephanodiscus*.
      - II. Schalenrand ohne kräftige Stacheln, doch oft mit kurzen Dornen.
        - 1. Schalen ohne Kranz auffallend großer Areolen . . . . . 23. *Coscinodiscus*.
        - 2. Schalen mit Kranz auffallend großer Areolen.
          - × Areolenkranz in der Schalenfläche . . . . . 24. *Brightwellia*.
          - ×× Areolenkranz am Schalenrande . . . . . 25. *Heterodictyon*.
  - b. Schalendeckel mit geschwungenen Linien.
    - α. Schalendeckel buchtig areoliert, rau oder stachelig . . . . . 26. *Liradiscus*.
    - β. Schalendeckel mit unregelmäßig gefaltetem, erhabenem Kranzkamm . . . . . 27. *Gutwinskiella*.

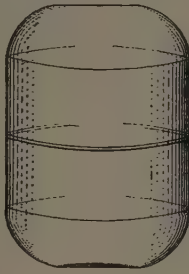
17. **Ethmodiscus** Castr. (1886). Zellen einzeln oder zu Ketten vereint, hochbüchsenförmig, nicht diskusförmig. Schalen gleichartig, beide flach gewölbt, äußerst fein gestreift, häufig mit erhabenen Körnchen — namentlich am Rand. Gürtelband lang, ringförmig, bisweilen an Länge den Schalendurchmesser übertreffend, mit feinen, quadratisch angeordneten Punkten.

11 Arten, marin. *E. japonicus* Castr. (Fig. 211).

18. **Antelminellia** Schütt (1893). Zellen büchsenartig, sehr groß. Schalen kreisrund, ungleich, die eine konvex, die andere eben oder konkav. Oberfläche äußerst fein gestreift



A



B

Fig. 211. A *Ethmodiscus japonicus* Castr. (250/1). Schalenansicht. — B *E. wiyvilleanus* Castr. (40/1). Gürtelansicht. (Nach Castracane.)

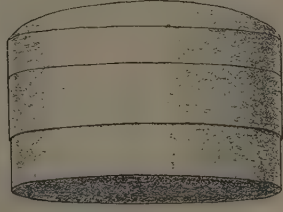
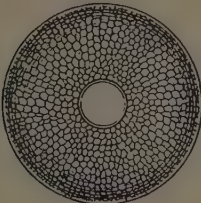


Fig. 212. *Antelminellia gigas* Schütt (24/1). Gürtelansicht. (Nach Schütt.)

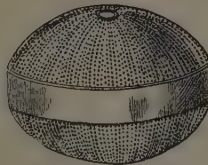
punktiert. Punktierung kaum sichtbar. Chromatophoren: sehr kleine Plättchen zerstreut.

1 Art, marin. *A. gigas* (Castr.) Schütt (Fig. 212), dem Volumen nach wohl die größte Diatomee.

19. **Porodiscus** Grev. (1863). Querschnitt kreisförmig, elliptisch oder rhombisch. Schalen bisweilen ungleich. Schale leicht konvex, kuppelförmig oder abgestumpft kegelförmig, mit zentralem, rund-elliptischem Auge (vertiefter Zentralteil); Auge kleiner und



A



B



C

Fig. 213. A *Porodiscus splendidus* Grev., Schalenansicht. — B *P. elegans* Grev. — C *P. conicus* Grev. (400/1). (Nach Greville.)

tiefer als bei *Craspedodiscus*. Struktur fein granuliert und areoliert, meist in deutlich radialen Reihen.

10 Arten, fossil. *P. splendidus* Grev., *P. elegans* Grev., *P. conicus* Grev. (Fig. 213 A—C).

20. **Craspedodiscus** Ehrb. (1844). Schalen areoliert, mit einem breiten Saum, dessen Areolierung von der des umsäumten Teiles verschieden ist. Grenzlinie scharf, leicht bestachelt.

14 Arten, marin und fossil. *C. insignis* A. Schm. (Fig. 214).

21. **Cyclotella** Kütz. (1833) (*Discoplea* Ehrb.). Zellen meist einzeln oder paarweise, selten zu Ketten verbunden, kurz zylindrisch, diskusförmig; Schale schild-, scheiben-

tellerförmig, in 2 Teile geteilt. Der äußere ringförmige mit  $\pm$  feinen, glatten oder punktierten Streifen, zuweilen mit zerstreuten Dornen, ohne Scheinknoten. Zentrum blasig geschwollen, glatt oder zerstreut; strahlig granuliert. Gürtelansicht gerade oder wellig.

70 Arten, meist Süßwasser, wenig marin und fossil. *C. comta* (Ehrenb.) Kütz. var. *affinis* Grun.

A. Arten, deren Schalenrand in Gürtelansicht nicht unduliert erscheint (Fig. 215 A, B). *C. striata* Kütz., häufige marine Form, schildförmig, d. h. eine Schalenfläche konvex, die andere konkav; *C. sevilleana* Deby, fossil, flach diskusförmig, beide Schalen fast eben, *C. sennotata* Deby, fossil, beide Schalen gleich gewölbt mit 6 kleinen Dornen.

B. Arten, deren Schalenrand in Gürtelansicht unduliert erscheint. *C. Kützingiana* Thw. Gräben und Teiche Europas (Fig. 215 C); ebenso *C. operculata* (Ag.) Kütz. Marin: *C. undata* (Ehrenb.) Kütz. von den Bermudainseln.

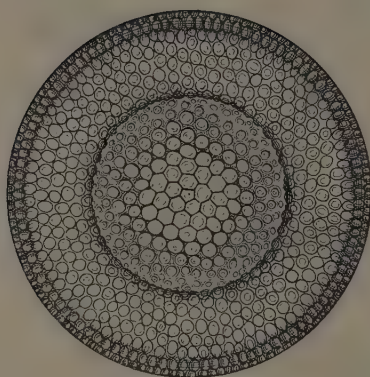


Fig. 214. *Craspedodiscus insignis* A. Schm.  
(Nach A. Schmidt.)

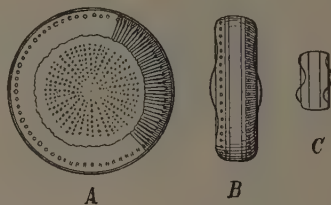


Fig. 215. A, B *Cyclotella comta* (Ehrb.) Kütz.  
var. *affinis* Grun. — C *C. Kützingiana* Thw.  
(600/ $\mu$ ) (Nach Van Heurck-Grunow)

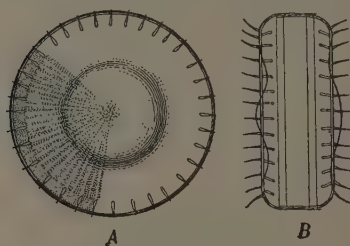


Fig. 216. *Stephanodiscus Niagarae* Ehrenb.  
A Schalenansicht; B Gürtelansicht (500/ $\mu$ ).  
(Nach Van Heurck.)

22. **Stephanodiscus** Ehrb. (1845) (*Discoplea* Ehrb.). Schalenansicht kreisförmig, Schalendeckel wenig konvex, nicht hexagonal areoliert, radial granuliert mit hyalinen Zwischenräumen zwischen den Radien. Zentrum hyalin oder granuliert. Rand mit einfachem Stachelkranz.

23 Arten im Süßwasser und fossil. *S. Niagarae* Ehrenb. (Fig. 216).

23. **Coscinodiscus** Ehrb. (1838) (*Coscinodiscus* Grev., *Craspedodiscus* Ehrb., *Dictyolampra* Ehrenb., *Haynaldia* Pant., *Heterostephania* Ehrenb., *Janischia* Grun., *Odontodiscus* Ehrenb., *Oncodiscus* Bail., *Perithyra* Ehrenb., *Pseudostephano-discus* Grun., *Pseudotriceratium* Grun., *Radiopalma* Brun., *Symbolophora* Ehrenb., *Willemoesia* Castr.). Schalen kreisförmig oder elliptisch, selten rhombisch. Oberfläche eben oder in der Mitte vertieft, zuweilen wellig oder faltig. Zentralfeld oft vorhanden, hyalin, von verschiedener Form; Zentrum bisweilen mit Areolenrosette besetzt. Struktur areoliert, granuliert; Rand schmal oder breit, meist mit, selten ohne Stacheln. Chromatophoren zahlreiche Plättchen.

Zirka 450 Arten. Marin und fossil, z. T. recht unsicher. Einteilung der Gattung revisionsbedürftig, doch muß das einer Spezialarbeit vorbehalten bleiben.

Untergatt. I. *Eucoscinodiscus* F. S. Querschnitt kreisförmig oder rundlich elliptisch. Schalenstruktur beider Schalen gleich.

Sekt. I. *Inordinati* Rattr. Schalenkreis rund oder elliptisch, ohne Zentralrosette, selten mit bisweilen exzentrischer, zentraler Area. Struktur ungeordnet, punktiert, granuliert oder areoliert.

Sekt. II. *Cestodiscoidales* Rattr. (*Cestodiscus* Grev.) Schalen kreisrund, selten elliptisch, ohne Rosette, Zentralfeld klein oder fehlend. Struktur granuliert, radialstrahlig; mit Randzone, in der die Körnchen bis punktiert klein und gedrängt sind. Rand mit Dornen oder Zäpfchen, die nicht durch spezielle Körnchenreihen mit dem Zentrum verbunden sind. Schalen bisweilen ungleich (vgl. Fig. 105 A, S. 121).

Sekt. III. *Excentrici* Pant. (*Lineati* Pant.) Schale ohne Zentralarea und ohne Rosette. Struktur areoliert. Areolen winkelig, allmählich oder plötzlich vom Zentrum gegen den Rand hin kleiner werdend. Radialreihen unkenntlich. Randdornen vorhanden oder fehlend (Fig. 105 B, C, p. 121).

Sekt. IV. *Radiantes* Schütt. Schalen mit oder ohne Zentralarea und Rosette. 1. Struktur areoliert oder granuliert (*Areolati*); Areolen mehr oder minder vollkommen strahlig angeordnet; Streifen teils bündelweis (*Fasciculati*), teils einzeln (*Radiati*) radial verlaufend; oder

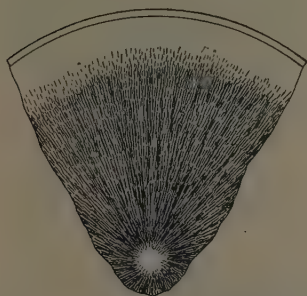


Fig. 217. *Coscinodiscus* (*Haynaldiella*) *antiquus* Pant. (500/1). Schalenansicht. (Nach Pantocsek.)

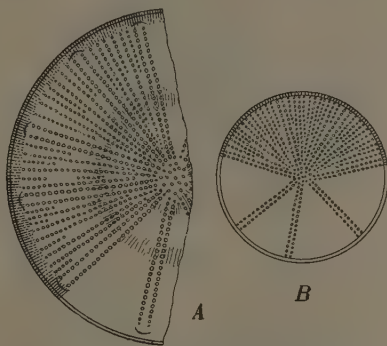


Fig. 218. *Coscinodiscus* (*Anisodiscus*) *Pantocsekii* Grun. A Obere Schale (Fragment), B untere Schale. (Nach Pantocsek.)

2. Struktur radial streifig, flammig, mit glattem Zentralfeld und glatter Randzone (*Haynaldiella* Pant.), *C. antiquus* (Pant.) (Fig. 217).

Sekt. V. *Cocconeiformes* Rattr. Schalen rund elliptisch, mit *Cocconeis*-ähnlicher Struktur.

Sekt. VI. *Micropodiscus* Grun. Schalenrand mit Kranz sehr kleiner Stacheln oder Perlen und einem etwas größeren Stachel. Punktierung sehr fein, undeutlich strahlig; ein Kranz größerer Punkte nahe dem Zentrum.

Untergatt. II A. *Anisodiscus* Pant. Zelle scheibenförmig mit ungleichen, konzentrisch undulierten, radial punktierten Schalen. Schalenstruktur ungleich. Auf der oberen Schale wechseln nach dem Rande zu lange, radiale, punktierte Streifen mit viel kürzeren ab; auf der unteren Schale sind die viel dichteren radialen Punktreihen von 6–10 glatten radialen Linien unterbrochen. Der Rand beider Schalen ist leicht gestreift-punktiert, beiderseitig in Abständen mit sehr kleinen und sehr schwer erkennbaren Stachelchen. — 1 Art, fossil: *C. (Anisodiscus) Pantocsekii* Grun. (Fig. 218).

Untergatt. II B. *Schimperella* G. K. Valdivia I S. 88, Taf. VIII, Fig. 6. Übereinstimmend darin, daß eine Schale durch kürzere oder längere radiale Randlinien gezeichnet ist, wobei der innere Teil der Schale durch radiale oder anders geordnete Punktreihen ausgefüllt wird, kleines hyalines Zentrum freilassend. Die andere Schale ist mit derben Punkten am Rande oder mit einem glatten Ringe versehen, während der Rest der Schale im letzteren Falle unregelmäßig areoliert, im ersteren mit sehr eng stehenden radialen Punktreihen gezeichnet ist. Der Name *Schimperella* würde also als Unterabteilung zu *Anisodiscus* zu zählen sein.

2 Arten, marin (Antarktis).

Untergatt. III. *Stoschia* Janisch. (*Willemoesia* Castr.) Zellen wie *Coscinodiscus*, doch im Querschnitt gestreckt elliptisch. Struktur zerstreut punktiert oder granuliert. — 5 Arten, marin.

24. **Brightwellia** Ralfs (1861). Schale kreisförmig, mit oder ohne zentralen hyalinen Hof. Oberfläche areoliert mit einem Ring von größeren Areolen zwischen Rand und Zentrum.

7 Arten, marin und fossil. *B. hyperborea* Grun. (Fig. 219).

25. **Heterodictyon** Grev. (1863). Zellen diskusförmig, Schalen kreisrund, radiär punktiert oder granuliert, mit einem Ring von größeren Areolen am Rande.

*H. Rylandsianum* Grev. (Fig. 220).

26. **Liradiscus** Grev. (1865). Zellen einzeln, diskusförmig, mit kurzem Gürtelband. Schalen kreisförmig elliptisch, etwas konvex, nach den Schalen zu abflachend,  $\pm$  rauh; bisweilen kleine Stacheln. Keine zentrale Area. Rand schmal, hyalin oder breit, gestreift.

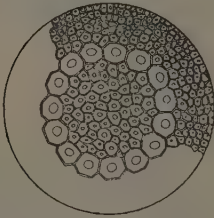


Fig. 219. *Brightwellia hyperborea* Grun. (500/1).  
(Nach Van Heurck.)

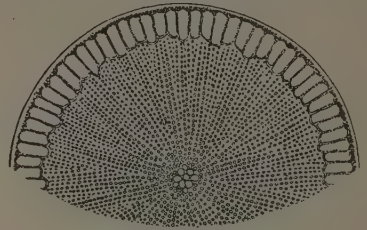


Fig. 220. *Heterodictyon Rylandsianum* Grev. (400/1). (Nach Greville.)

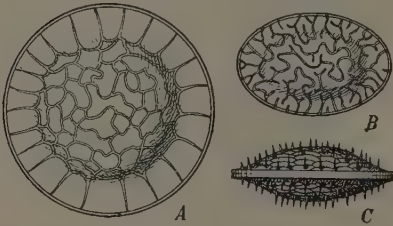


Fig. 221. A *Liradiscus barbadensis* Grev. Schalenansicht. — B, C *L. ovalis* Grev. B Schalenansicht, C Gürtelansicht (400/1). (Nach Greville.)

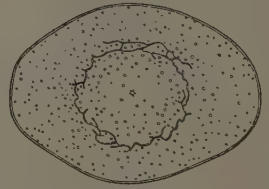


Fig. 222. *Gutwinskiella Clypeolus* (Brun) De Toni. (Nach Brun.)

7 Arten, marin und fossil. *L. barbadensis* Grev. (Fig. 221 A) mit kreisförmiger; *L. ovalis* Grev. (Fig. 221 B) mit elliptischer Schale.

27. **Gutwinskiella** De Toni (1894) (*Acanthodiscus* Pant., *Bruniella* H. v. H., *Cotyledon* Brun). Schalen  $\pm$  annähernd kreisförmig, mit  $\pm$  unregelmäßig gefaltetem, erhabenem Kamm.

3 Arten, fossil. *G. Clypeolus* (Brun) De Toni (Fig. 222).

#### A. I. 2. a. **Discaceae-Actinodiscoideae-Stictodiscoaceae.**

Zellen diskusförmig, rein aktinomorph. Schalen meist flach, mit meist kreisförmigem Querschnitt, radialstrahlig strukturiert, durch Radialrippen (Strahlen) vollkommen oder unvollkommen in Sektoren geteilt. Sektoren flach oder etwas gewölbt, ohne Augen, Hörner, Klauen, Zitzen, Buckel oder sonstige Auswüchse. bisweilen mit zentralem Nabel.

A. Radialstrahlen nicht nach dem Zentrum verbreitert.

a. Strahlen schmal.

a. Radialrippen zahlreiche, durch zahlreiche konzentrische Linien zu einem spinnennetzähnlichen System verbunden, innere Kammern . . . . . 29. **Arachnoidiscus.**

β. Rippen kein Spinnennetz bildend

I. Rippen randständig, nicht vertieft. Schalenrand nicht radialwellig

28. *Stictodiscus*.

II. Rippen randständige glatte Vertiefungen bildend. Schalenrand radialwellig

30. *Anthodiscus*.

b. Strahlen breit.

a. Zentralteil gewölbt. Strahlen den Rand erreichend, nicht das Zentrum

31. *Actinodiscus*.

β. Zentralteil flach oder vertieft. Strahlen das Zentrum und den Rand nicht erreichend

32. *Liostephania*.

B. Strahlen zentralwärts keulenförmig verdickt.

a. Zentrum mit erhabenem Nabel, Strahlen S-förmig, vom Nabel auslaufend

33. *Gyrodiscus*.

b. Zentrum ohne Nabel. Strahlen gerade. Hauptstrahlen im Zentrum zusammentreffend

34. *Stelladiscus*.

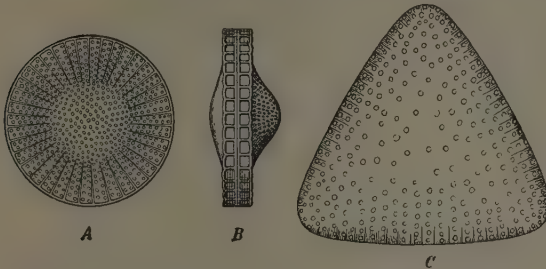


Fig. 223. A, B *Stictodiscus* (*Eustictodiscus*) *Kittonianus* Grev. A Schalenansicht; B Gürtelansicht (340/1). — C *S. (Stictodiscella) trigonus* Castr. (375/1). (A, B nach Greville; C nach Castracane.)

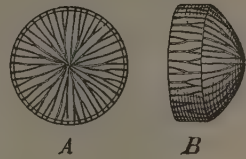


Fig. 224. *Stictodiscus* (*Cladogramma*) *conicus* Grev. A Schalenansicht; B Gürtelansicht (400/1). (Nach Greville.)

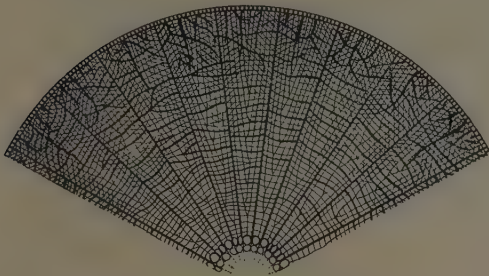


Fig. 225. *Arachnoidiscus ornatus* Ehrenb. (500/1). (Nach A. Schmidt.)

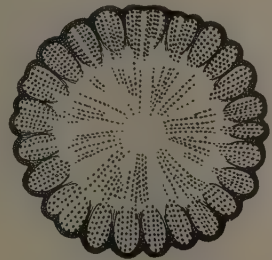


Fig. 226. *Anthodiscus floreatus* Grove et Sturt (500/1). (Nach Grove und Sturt.)

28. **Stictodiscus** Grev. (1861). (*Discoplea* Ehrb., *Radiopalma* Brun). Zellen einzeln, discussförmig. Schalen kreisförmig oder 3- bis mehrckig;  $\pm$  hoch gewölbt, Wölbung oft ungleich stark, mit Radialrippen, die vom Rand ausgehend, meist nicht bis zum Zentrum reichen. Zentrum meist ohne Radialstruktur, Oberfläche granuliert. Stacheln und Fortsätze nicht vorhanden.

55 meist marine und fossile Arten.

Sekt. I. *Eustictodiscus* De Toni. Schalen flach gewölbt. Querschnitt kreisförmig. Radialstreifen nicht bis zum Zentrum reichend. — *S. Kittonianus* Grev. (Fig. 223 A, B).

Sekt. II. *Stictodiscella* De Toni. Schalen flach gewölbt. Querschnitt 3- bis viel-eckig. Radialstreifen nicht bis zum Zentrum reichend. — *S. trigonus* Castr. (Fig. 223 C).

Sekt. III. *Cladogramma* Ehrenb. Schalen hoch gewölbt. Radialstreifen etwas un-regelmäßig, stellenweis gabelig geteilt, teilweise bis zum Zentrum reichend. — *S. conicus* Grev. (Fig. 224).

29. **Archnoidiscus** Ehrb. (1849) (*Hemiptychus* Ehrb.). Schalen kreisförmig, mit zahlreichen radialen, geraden, starken, häufig abwechselnd längeren und kürzeren Rippen und hyalinem Zentrum. Rippen durch konzentrische Linien oder Körnchenreihen verbunden. Stacheln und Zähne nicht vorhanden. Schalenzeichnung hat Ähnlichkeit mit einem Spinnennetz. Den Radialrippen entsprechen  $\pm$  weit ins Innere vordringende radiale Septen, die die innere Schalenoberfläche in einen Kranz keilförmiger Abteilungen gliedern.

8 Arten, marin und fossil, z. B. *A. ornatus* Ehrenb. (Fig. 225) im atlantischen Ozean. *A. Ehrenbergii* Bail. im pacifischen Ozean.

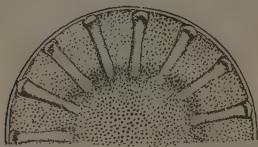


Fig. 227. *Actinodiscus barbadensis* Grev. (400/1). (Nach Greville.)

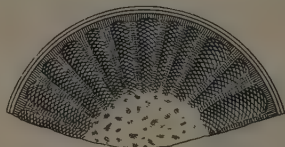


Fig. 229. *Liostephania (Truania) archangelikiana* (Pant.) (700/1). (Nach Pantocsek.)



Fig. 228. *Liostephania magnifica* Ehrenb. Schalenansicht (800/1). (Nach Pritchard.)

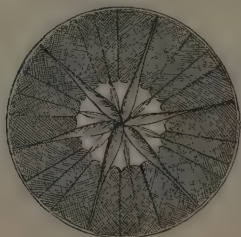


Fig. 231. *Stelladiscus Stella* (Norm.) Rattr. (400/1). (Nach Norman.)



Fig. 230. *Gyrodiscus vortex* Witt. A Schalen- B Gürtelansicht. (Nach Van Heurck.)

30. **Anthodiscus** Grov. et St. (1887). Schalen scheibenförmig, am Rande in zahlreiche Abteilungen geteilt durch vertiefte, radiale, glatte Streifen (von inneren Rippen-transversalsepten herrührend?), die vom Rande ausgehend das Zentrum nicht erreichen.

1 Art, fossil. *A. floreatus* Grove et Sturt (Fig. 226).

31. **Actinodiscus** Grev. (1863). Zellen frei, diskusförmig. Schale granuliert, mit einer zentralen Verdickung und zahlreichen, vom Knoten bis zum Rande laufenden, breit lineären Strahlen, ohne Augen. Struktur dicht.

2 Arten, fossil. *A. barbadensis* Grev. (Fig. 227).

32. **Liostephania** Ehrb. (1847). Schalen vieleckig oder kreisrund, mit geraden, nicht verbreiterten, gegen Zentrum und Rand gerichteten, den Rand nicht erreichenden Rippen oder Radialen.

Sekt. I. *Euliostephania* F. S. Schalen hyalin. — 5 Arten, fossil. *L. magnifica* Ehrenb. (Fig. 228).

Sekt. II. *Truania* Pantocs. Schalen scheibenförmig, konvex, durch glatte, kurze Radien in keilförmige Sektoren geteilt. Sektoren punktiert. Punkte zu recht- bis spitzwinkligen, sich schneidenden Liniensystemen geordnet. Zentrum vertieft, mit zerstreuten Flecken übersät. Rand gestreift. — 1 Art, fossil. *L. archangelskiana* (Pant.) (Fig. 229).

33. **Gyrodiscus** Witt. (1885). Schale kreisförmig, fast halbkugelig gewölbt, in der Mitte stark verdickt. Rand undeutlich punktiert. Im Zentrum befindet sich der kreisförmige Nabel (umbilicus), von welchem eine größere Zahl (7—12) S-förmig gebogener Radien nach der Peripherie verlaufen. Dort, wo die Schale verdickt ist, scheinen diese Radien

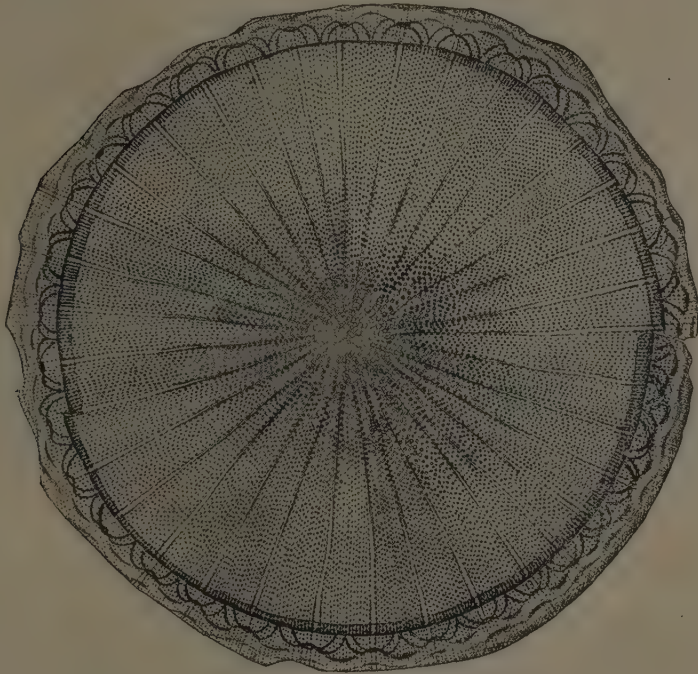


Fig 232. *Bruniopsis japonica* (Brunia Temp.) G. K. (830/1). Stück der Schale. (Nach Van Heurck.)

tief einschneidende Spalten zu bilden. Die Schale ist strukturlos oder punktiert. Rand punktiert.

2 fossile Arten. *G. vortex* Witt (Fig. 230).

34. **Stelladiscus**, Rattr. (1890). Schalen kreisrund, durch zahlreiche gleiche Radien in Sektoren geteilt; Radien in der Mitte zusammenstoßend, nach innen keulenförmig verdickt, nach außen verjüngt. Breite Randzone areoliert. Zwischen Randzone und Zentrum von den Radien geteilte, gleiche, hyaline Felder mit radialen, die Randsegmente bis zum Rand durchschneidenden, dünnen, gleichartigen Ausläufern (Strahlen). Äußerster Rand schmal hyalin.

1 marine Art. *S. stella* (Norm.) Rattr. (Fig. 231).

#### A. I. 2. b. **Discaceae-Actinodiscoideae-Planktoniellae.**

Zellen diskusförmig, rein aktinomorph. Schalen flach tellerförmig; Schalendeckel punktiert-areoliert, bisweilen radialstreifig, doch ohne Rippen, nicht in gewölbte Sektoren geteilt, ohne Klauen, Hörner und Stacheln, doch mit eigenartigen Anhängseln.

Flügelleistenartige Membranauswüchse, die einen Kranz von extracellulären, von Plasma und Chromatophoren nicht, oder doch nicht dauernd, gefüllten Kämmerchen bilden. Kämmerchen klein, gewölbt, bis groß radial gestreckt, den Schalendurchmesser an Breite erreichend, eine bedeutende Verbreiterung der Schale vortäuschend, hyalin oder doch anders strukturiert als die Schale. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen.

- A. Extrazelluläre Kämmerchen klein, bogenförmig, einen girlandenähnlichen Kranz um den Schalenrand bildend . . . . . , **35. Bruniopsis**.  
 B. Extrazelluläre Kämmerchen groß, radial gestreckt, in Schalenansicht wie ein breiter, radial-gestreifter Ring die Schale umgebend . . . . . **36. Planktoniella**.

**35. Bruniopsis** (Temp. 1890) G. K. (1928). Schalenansicht kreisrund, tellerartig, mit eigenartigem Rand. Schalenfläche radialstreifig gepert, ohne Zentralhof. Rand mit einer Reihe besonders großer Areolen, die einen Kranz kleiner Kämmerchen bilden, deren antikline Wandteile bogenförmige, girlandenartig angeordnete Linien bilden.

2 fossile Arten von Japan. *B. japonica* Temp. (Fig. 232).

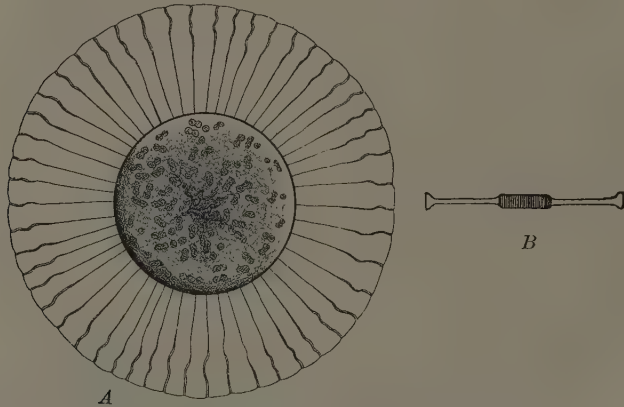


Fig. 233. *Planktoniella* Sol. (Wallich) Schütt. A Zelle in Schalenansicht (350x); B Gürtelansicht. (Nach Schütt.)

**36. Planktoniella** Schütt (1898) (*Valdiviella* Schimp.). Zelle diskusartig, rein zentrisch. Umriß kreisrund. Schalendeckel wenig gewölbt. Oberfläche areoliert, umgeben von sehr breitem, ringförmigem, in der Querebene gestrecktem, hohlem, radial gekämmertem Flügel (vgl. Fig. 138 I—7). Plasma und Chromatophoren auf den eigentlichen Zellraum beschränkt, nicht in den hohlen, ringförmigen Flügel hineingehend. Der hyaline, radial gestreifte Ring ist das Schwebeorgan und sitzt als extrazellulärer Auswuchs an der Außenschale; er muß also nach der Zellteilung an der jüngeren Tochterzelle neu gebildet werden (vgl. S. 147). Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen.

2 Arten, marin. *P. Sol* (Wallich) Schütt (Fig. 233). (*Valdiviella formosa* Schimper = *Planktoniella formosa* (Schimper, G. K.).

#### A. I. 2. c. **Discaceae-Actinodiscoideae-Actinoptychae.**

Zellen diskusförmig, ausgesprochen aktinomorph, von meist kreisförmigem, bisweilen 3- bis vieleckigem Querschnitt, mit flachen Schalen, die in  $\pm$  zahlreiche,  $\pm$  vollkommen gewölbte Sektoren geteilt sind. Am Rande ebenso viel kleine, klauenartige Fortsätze als erhabene Sektoren vorhanden. Zentralfeld sternförmig, polygonal oder rund, von abweichender Struktur, meist hyalin; Zellen einzeln, frei; Chromatophoren: kleine zahlreiche Plättchen.

A. Klauen am Randende der die Sektoren trennenden Strahlen, nicht auf den verbreiterten Sektoren selbst.

- a. Sektoren 3; Schalen kreisrund. 3 Sektoren durch 3 nach dem Rande zu verjüngte Strahlen getrennt . . . . . **37. Debya**.

- b. Sektoren 6; 3 erhaben, 3 vertieft; Schalen 3eckig. An den Ecken 3 Klauen . . . . . 38. *Schuetitia*.  
c. Sektoren zahlreich; Klaue an jedem 3. Strahl . . . . . 39. *Temperea*.  
B. Klauen am Rande der Mittellinie jedes Sektors.  
a. Schalen in vollkommene Wellensektoren geteilt, 6eckig bis rund, mit abwechselnd vertieften und erhabenen, bis zum Zentralfeld reichenden Sektoren . . . . . 40. *Actinoptychus*.  
b. Sektorenwellen unvollkommen, randständig.  
a. Schalenfläche mit hyalinen Radien, den Mittellinien ebenso vieler Randschuppen entsprechend . . . . . 41. *Lepidodiscus*.  
β. Schalenfläche ohne hyaline Radien. Fläche nach dem Rande hin radial unduliert. Zentralfeld von glattem Ring umgeben . . . . . 42. *Wittia*.

37. *Debya* Pant. (1886). Schalen scheibenförmig, mit flachem Rand und 3 stark konvexen, nach dem Zentrum zu gerundeten Sektoren, die durch 3 radialstrahlige, von einem großen, tiefen, fast glatten Zentralhof auslaufende Furchen getrennt werden. In der Fortsetzung der Furchen nahe dem Rande 3 kleine Fortsätze. Schalenstruktur netzig gestreift und punktiert. Nach Hustedt wäre diese Art »mit isolierten Schalenschichten

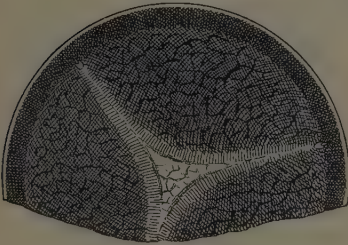


Fig. 234. *Debya insignis* Pant. (223/1).  
(Nach Pantocsek)

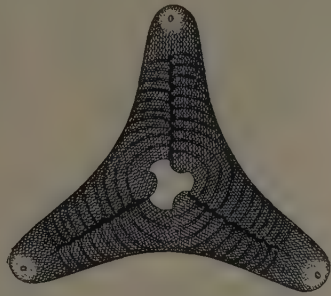


Fig. 235. *Schuetitia annulata* (Wall.) De Toni  
(600/1). (Nach Van Heurck.)

von *Actinoptychus* zu identifizieren und daher zu streichen, doch kann man auch anderer Ansicht sein.

1 Art, fossil. *D. insignis* Pant. (Fig. 234).

38. *Schuetitia* Forti (1894). Schalen 3eckig, mit 3 Radien, eingebuchteten Seiten. mit zentralem, hyalinem, vieleckigem bis sternartigem Mittelfeld. Struktur retikuliert bis areoliert oder granuliert.

5 Arten, marin, fossil. *S. annulata* (Wall.) De Toni (Fig. 235).

39. *Temperea* Forti (1910). Schale kreisrund, flach mit quincuncialer Areolenzeichnung, in der eine Anzahl von unregelmäßig verlaufenden Radien hervorstechen, die bis zum Rande sich erstrecken. Im Zentrum ein glatter, hyaliner Kreis ohne jede Zeichnung. In einiger Entfernung vom Rande 9—15 glatte Klauen oder Stacheln in gleichen Abständen voneinander, an jedem 3 Radialstrahlen.

1 Art, *Temperea miocenica* De Toni fossil, im äußeren Habitus der *Bruniopsis* sehr ähnlich, doch ohne die Membranflügel und mit den dort fehlenden Klauen. Abb. A. Forti, Contrib. Diatomol. XIII, 1591, Taf. VI, Fig. 1, 2.

40. *Actinoptychus* Ehrb. (1838) (*Actinosphaeria* Shadb., *Cymatogonia* Grun., *Gyroptychus* A. Schm., *Halonia* Ehrenb., *Heliodiscus* H. V. H., *Heliopecta* Ehrenb., *Omphalopelta* Ehrenb., *Symbolophora* Ehrenb.). Zellen diskusförmig; Querschnitt 6eckig bis kreisrund. Schalen in abwechselnd erhabene und vertiefte Sektoren geteilt, mit meist hyalinem, sternförmigem Nabel. Oberfläche meist 6-eckig areoliert, ohne Randstacheln, oder mit ± zahlreichen, auf abwechselnd gleichartige Sektoren verteilten Stacheln oder Klauen.

114 Arten, marin, meist fossil.

Sekt. I. *Euactinoptychus* F. S. Schalen areoliert. — 111 Arten, marin, fossil. *A. undulatus* Ralfs (Fig. 236 A, B), Nordatlantik. *A. splendens* (Shadb.) Ralfs (Fig. 236 C, D).

Sekt. II. *Polymyxus* Bail. Schalen mit sehr feiner, quincuncialer Granulierung, ohne Areolärstructur, stark unduliert, in der Mitte jedes erhabenen Sektorrandes ein Anhängsel. — 3 Arten, marin, fossil. *P. flos-marinus* Brun (Fig. 237), fossil. Ungarn. *P. coronalis* Bail. an der Marannonmündung.

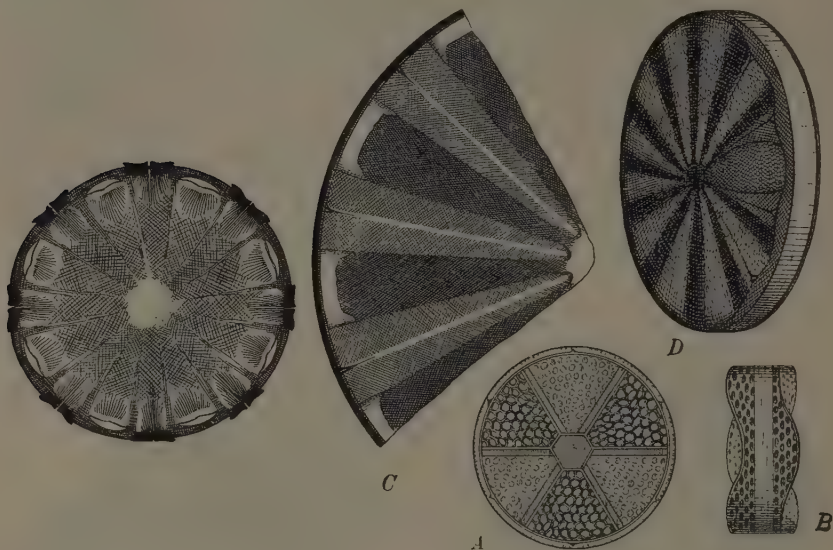


Fig. 237. *Actinoptychus* (*Polymyxus*) *flos-marinus* Brun. (Nach Brun.)

Fig. 236. A, B *Actinoptychus undulatus* Ralfs. A Schalenansicht; B Gürtelansicht (400/1). — C, D *A. splendens* (Shadb.) Ralfs. C Schalenansicht; D schräg gesehen (600/1).

(A, B nach W. Smith; C, D nach Van Heurck.)

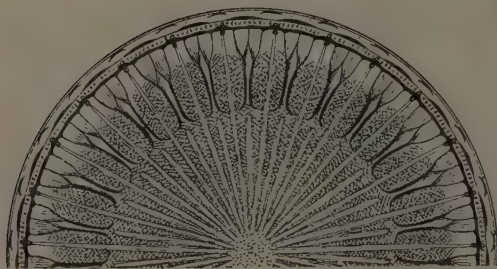


Fig. 238. *Lepidodiscus elegans* Witt (550/1). (Nach A. Schmidt.)

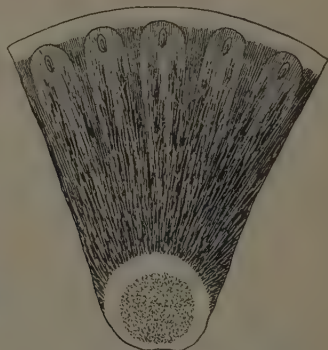


Fig. 239. *Wittia insignis* Pant. (700/1). (Nach Pantocsek.)

41. **Lepidodiscus** Witt. (1885). Zellen diskusförmig. Schalen im Zentrum unregelmäßig granuliert, von zahlreichen hyalinen Radien durchfurcht, mit breitem, gestreiftem Rand. Rand mit Kranz von schuppenförmigen Feldern, von denen die größeren je einen kleinen Stachel tragen.

1 Art, fossil. *L. elegans* Witt (Fig. 238).

42. **Wittia** Pant. (1889). Schalen kreisförmig, umrandet, mit bogenförmigen, mit kleinem Anhängsel versehenen Randfalten. Zentrum punktiert, durch glatten Ring von der Scheibenfläche getrennt. Struktur der Scheibenfläche flammig, am Rande gestreift.  
1 Art, fossil. *W. insignis* Pant. (Fig. 239).

A. I. 2. d. **Discaceae-Actinodiscoideae-Asterolampridae.**

Zellen diskusförmig. Schalen radiär gebaut, meist rein aktinomorph. Aktinomorphie in der Schalenzeichnung bisweilen gestört. Schale dann scheinbar bilateral symmetrisch strukturiert, doch ohne gefiederte Struktur. Symmetrieebene der beiden Schalen nicht gleich, Zelle also nicht rein zygomorph. Schalendeckel in 2 Abteilungen geteilt. Rand aus meist zahlreichen Segmenten gebildet, kräftig strukturiert; Mittelteil groß, hyalin bis schwach strukturiert, in ebenso viele, nach außen meist keilförmig verlaufende Abteilungen gegliedert wie der Rand Segmente hat. Zentralkteile alternierend mit den Randsegmenten. Die Radialstrahlen bisweilen gewölbt, doch teilen sie die Schale nicht radartig in abwechselnd erhabene und vertiefte Sektoren. Randende der Radien mit sporn- oder klauenartigem Fortsatz, im übrigen die Zelle ohne Stacheln, Buckel, Hörner oder

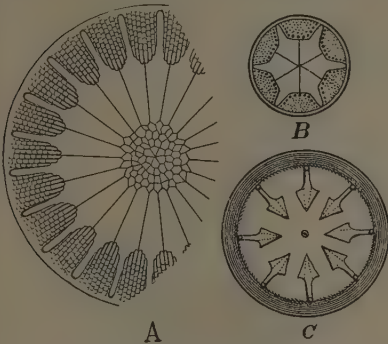


Fig. 240. *A. Asterolampra affinis* Grev. (300/1). — *B. A. marylandica* Grev. (400/1). — *C. A. aliena* Grev. (400/1). (Nach Greville.)

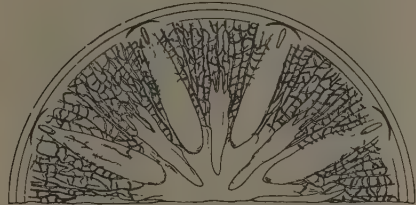


Fig. 241. *Actinodictyon antiquorum* Pant. (635/1). (Nach Pautocsek.)

Augen und ohne extrazelluläre Kammern. Die Zentralachse bisweilen tordiert, so daß die gleichwertigen Radien der beiden Schalen sich kreuzen.

- A. Schalenstruktur rein aktinomorph.
  - a. Strahlen gleichartig, alle bis zum Rande laufend . . . . . 43. *Asterolampra*.
  - b. Strahlen ungleichartig; primäre bis zum Rande laufend, sekundäre in den Randsegmenten endigend . . . . . 44. *Actinodictyon*.
- B. Schalenstruktur pseudozygomorph.
  - a. Strahlen zahlreich, erhaben, parallelseitig, untereinander gleich, bis auf einen, der verschmälert ist. Zentralfeld mit Zickzacklinien . . . . . 45. *Asteromphalus*.
  - b. 2 Strahlen vorhanden, nach dem Zentrum hin verbreitert . . . . . 46. *Rylandsia*.

43. **Asterolampra** Ehrb. (1844) (*Actinogonium* Ehrb., *Asterodiscus* Johns.). Zelle diskusförmig; Schalen kreisrund, seltener stumpfeckig, fast eben, zuweilen genabelt mit glatten Strahlen. Alle Strahlen gleich, Schale daher rein aktinomorph. Strukturiertes Mittelfeld fehlend oder, wenn vorhanden, meist klein, selten groß. Zwischen Rand und Mitte ein Kranz von glatten, keilförmigen Feldern. Mitte der Basis jedes Keils mit einem radialen, fingerartig schmalen Ausläufer; Rand areoliert, durch die Ausläufer und Keilfelder in Segmente geteilt, bisweilen durch einen Streifen mit dem Zentralfeld verbunden, meist durch die Keilfelder davon getrennt.

36 meist fossile, marine Arten. *Asterolampra affinis* Grev., *A. marylandica* Grev., *A. aliena* Grev. (Fig. 240 A—C).

44. **Actinodictyon** Pant. (1889). Schalen kreisförmig, mit primären, am Randende einen kleinen Fortsatz oder Stachel tragenden, erhabenen Sektoren und sekundären, netzig

gezeichneten, vertieften Sektoren, die mit einer nackten, erhabenen Falte keilförmig ins nackte Zentrum übergehen. Das Zentrum ist wegen der Falten sternförmig.

2 Arten, fossil. *A. antiquorum* Pant. (Fig. 241).

45. **Asteromphalus** Ehrb. (1844) (*Actinogramma* Ehrb., *Excentron* Ralfs, *Mesasterias* Ehrenb., *Spatangidium* Breb.). Zellen diskusförmig. Schalen kreisrund oder elliptisch bis oval. Struktur zygomorph. Mittelfeld hyalin, von radialen Zickzacklinien durchfurcht, symmetrisch zu einer Mittellinie. Von der Zentralfläche gehen symmetrisch zur Mittellinie glatte Strahlen (erhabene Halbröhren) bis zum Rand. Ein Strahl ist schmaler als die anderen und scheidet die Schale in 2 symmetrische Teile. Randzone zwischen den Schalen areoliert.

40 Arten, fossil und marin. *A. Roperianus* (Grev.) Ralfs (Fig. 242) im indischen Ozean. *A. reticulatus* Cleve im Nordatlantik.

46. **Rylandsia** Grev. (1861). Zelle einzeln, scheibenförmig, areolierte Scheibe mit 2 glatten, an der Basis verbreiterten, das Zentrum nicht erreichenden Radien. Zentrum mit größeren Areolen.

1 Art, fossil. *R. biradiata* Grev. (Fig. 243).

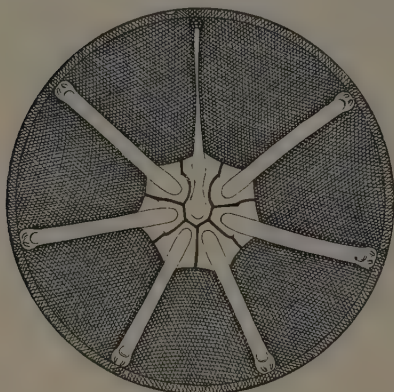


Fig. 242. *Asteromphalus Roperianus* (Grev.) Ralfs (500/1). (Nach A. Schmidt.)

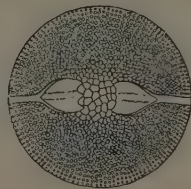


Fig. 243. *Rylandsia biradiata* Grev. (600/1). (Nach Greville.)

#### A. I. 2. e. Discoideae-Actinodisceae-Actinoclavineae.

Schale radiär, aber nicht rein actinomorph. Strahlen keulenförmig, den Rand nicht erreichend. Randständig ein Kranz von keilförmigen getrennten Lappen, die parallel der Schalenfläche, aber über ihr liegen.

47. **Actinoclava** O. Müller (1911). Schale kreisrund, radiär aber nicht rein actinomorph gebaut. Äußerer Umriß leicht gewellt. Zentrale Area schwach vorgewölbt, stark inkrustiert, daher Struktur unklar. 17 etwas zackig verbogene Radialstrahlen teilen die sonst ebene Schalenfläche in ebenso viele nicht gewölbte Segmente, die 16–25  $\mu$  vom Rande der Schale entfernt in ein ununterbrochenes breites Band übergehen. Randständig ein Kranz von 24 keilförmigen Lappen, deren Basis dem Schalenrande anliegt, während die Spitze zentralwärts gerichtet ist. Die Lappen liegen der Schalenfläche parallel, aber zirka 19  $\mu$  über ihr.

1 Art, fossil in den Turonschichten der Kreide. Abb. vgl. Ber. d. D. Bot. Ges. XXIX, 1911, Taf. XXVI, Fig. 1. (Fig. 244).

#### A. I. 3. a. Discaceae-Eupodisceae-Pyrgodisceae.

Zellen diskusförmig. Querschnitt kreisförmig. Schale ohne Raphe und Pseudoraphe, rein aktinomorph, eben oder gewölbt, mit oder ohne Zentralhügel, Rand mit Stachelkranz und mit Kranz von kleinen Buckeln oder Hörnern. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen.

- A. Schalenrand mit Kranz fingerartiger Hörnchen, mit langem Stachel. Zwischen den Hörnern lange, zarte Haar-Stacheln, die einen Kranz bilden . . . . . 48. *Gossleriella*.  
 B. Schalenrand mit Kranz sehr unregelmäßiger Hörnchen oder Stacheln in hyaliner Zone. Schalenstruktur radiale Reihen grober Punkte oder unregelmäßig areoliert . 49. *Echinodiscus*.  
 C. Schalenrand mit Kranz flacher Buckeln. Buckelgipfel mit kurzem Stachel. Schalenmitte mit bestacheltem Auswuchs . . . . . 50. *Pyrgodiscus*.

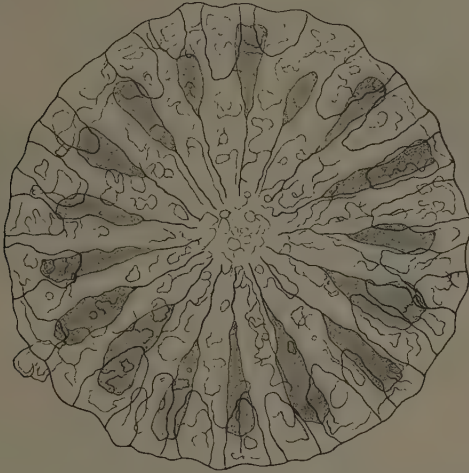


Fig. 244. *Actinoclava Frankei* O. Müller (333/1). (Nach O. Müller.)

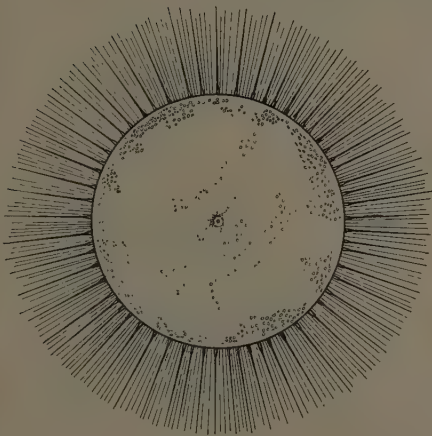


Fig. 245. *Gossleriella tropica* Schütt. Zelle mit Chromatophoren und Kern (175/1). (Schalenansicht nach Schütt.)

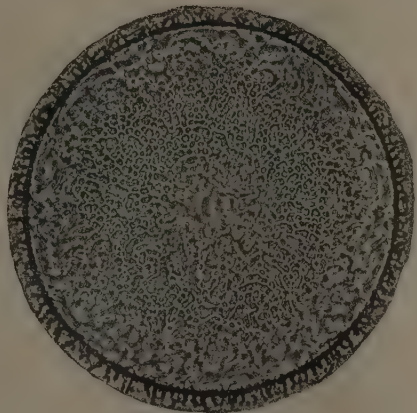


Fig. 246. *Echinodiscus vermiculatus* A. Mann. (460/1).

48. *Gossleriella* F. S. (1893). Schale kreisrund, diskusartig, sehr zart strukturiert, mit einem Randkranz schmaler Hörnchen; zwischen ihnen und wohl auch auf ihnen lange Haar-Stacheln, alle der Außenschale aufsitzend (vgl. Neubildung S. 148). Chromatophoren: kleine Plättchen.

2 Arten, marin. *G. tropica* Schütt (Fig. 245 (vgl. Fig. 139)).

49. **Echinodiscus** A. Mann (1925). Schalen kreisförmig. Schalenzeichnung sehr große gegen den Rand hin enger stehende Areolen. Rand hyalin mit darin eingelassenen sehr unregelmäßig stehenden und verschieden geformten Stacheln und Zäckchen. Schalenzeichnung bisweilen undeutlich wurmförmig verändert.

Marin, selten. Japan, Philippinen, Fig. 246. (A. Mann. l. c. Fig. 1, Pl. 16, A. Schmidt, Atlas, Taf. 164, Fig. 6 u. Taf. 202, Fig. 8).

50. **Pyrgodiscus** Kitton. (1883). Schalen kreisförmig, mit großem, zentralem, 4eckigem kopfförmigem Auswuchs, der mit kräftigen Stacheln bewehrt ist. Rand der Schale



Fig. 247. *Pyrgodiscus armatus* Kitton. A Schalenansicht; B Schale in Gürtelansicht (500/1). (Nach A. Schmidt.)

mit kleinen Buckeln, jeder mit einem Stachel bewehrt. Struktur der Schale: radialstrahlige Punktreihen. Struktur der Kopfstacheln: Längsstreifen.

4 fossile Arten, z. B. *P. armatus* Kitton (Fig. 247).

#### A. I. 3. b. Discaceae-Eupodiscoideae-Aulacodisceae.

Zellen diskus- bis büchsenförmig, rein aktinomorph. Schalen eben, mit oder ohne erhabenen Rand oder flach gewölbt, oft mit radial gestreckten Hügeln und Buckeln. Buckelgipfel oder deren Stelle durch Zitzen markiert.

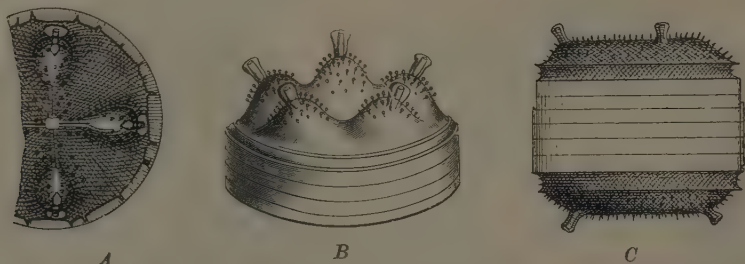


Fig. 248. A, B *Aulacodiscus Petersii* Ehrenb. (var. *notabilis* Rattr.). A Schalenansicht (Fragment); B Gürtelansicht. — C *A. scaber* Ralfs. (Nach A. Schmidt.)

51. **Aulacodiscus** Ehrb. (1845) (*Pentapodiscus* Ehrb., *Podiscus* Bail., *Tetrapodiscus* Ehrenb., *Tripodiscus* Ehrenb., *Tschestnowia* Pant.). Schale kreisförmig, selten polygonal, mit 1–45 nahe dem Rande inserierten zitzenförmigen Fortsätzen. Kleine, dickwandige, strukturlose Hörnchen vielfach mit Poren. Oberfläche flach, kraterförmig oder mit erhabener Zone; unter den Fortsätzen mit kleinen oder großen, keilförmigen, radial gerichteten, bisweilen fehlenden Anschwellungen. Zentralhof unregelmäßig oder rund, hyalin oder punktiert, oder fehlend. Struktur granulär, gerade oder gekrümmte Reihen bildend. Rand gestreift, bisweilen hyalin oder fehlend. Zwischenbänder wahrscheinlich vorhanden.

119 Arten, marin; meist fossil, z. B. *A. scaber* Ralfs (Fig. 248 C), Typus mit fast ebener Schalenfläche. — *A. Lahnsanii* O. W., Typus mit kraterförmig vertiefter Schalenfläche. — *A. Petersii* Ehrenb. (Fig. 248 A, B), Typus mit welliger Schalenfläche, so daß die zitzenförmigen Fortsätze auf der Spitze von brustähnlichen Hügeln stehen.

A. I. 3. c. **Discaceae-Eupodiscoideae-Eupodiscaeae.**

Zellen diskusförmig oder kurz büchsenförmig. Querschnitt meist kreisförmig oder fast kreisförmig bis polygonal. Schale eben, bisweilen mit erhabenem Rand oder flach gewölbt. Wölbung dann nicht einfach, kuppelförmig, sondern mit rundlichen oder gestreckten exzentrischen Hügeln besetzt. Wenn die Hügel fehlen, so sind sie markiert durch nie fehlende Augen, die gewöhnlich auf dem Gipfel des Hügels stehen. Zitzen fehlen. Schalenbau im Grundtypus aktinomorph. Bisweilen die Aktinomorphic durch die immer exzentrische Stellung der Augen gestört, dann scheinbar bilateral symmetrisch oder selten asymmetrisch. Schalen bisweilen bedornt. Chromatophoren soweit bekannt: zahlreiche, kleine, zerstreute Plättchen.

- A. Augen nicht auf bohnenförmigen, randständigen, nach dem Rand konvergierenden Höfen.
- I. Schale radartig, mit gewölbten und vertieften Sektoren. Auf den erhabenen Sektoren je ein Auge.
    1. Zwischen den Augen keine Buckel . . . . . 52. *Craspedoporus*.
    2. Augen abwechselnd mit Buckeln . . . . . 53. *Grovea*.
  - II. Schale nicht radartig geteilt in erhabene und vertiefte Sektoren. Augen auf Buckeln oder in der Fläche.
    1. Augen klein, randständig. Rand nicht durch hyalinen Ring von der Fläche getrennt.
      - × Schale mit einem Auge. Schalenstruktur radialstrahlig gepert
      - 54. *Actinocyclus*.
      - ×× Schale mit einem oder mehreren Augen, nicht radialstrahlig gepert
      - 55. *Eupodiscus*.
    2. Augen groß, randständig. Rand durch hyalinen Ring von der Fläche getrennt
    56. *Glyphodiscus*.
    3. Augen flächenständig, meist groß.
      - × Schale mit einem Auge. Auge groß, exzentrisch . . . . . 57. *Mammula*.
      - ×× Schale mit mehreren Augen . . . . . 58. *Auliscus*.
- B. Augen auf bohnenförmigen, unter spitzem Winkel gegeneinander geneigten randständigen Höfen
59. *Bergonia*.

52. ***Craspedoporus*** Grev. (1863). Schale kreisrund. Oberfläche mit 5—11 schmalen, aus der Grundfläche sich abhebenden, radialstrahligen Abteilungen, an deren Randenden

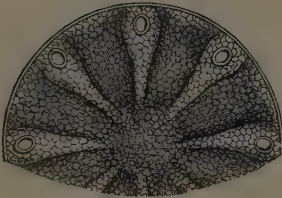


Fig. 249. *Craspedoporus Ralfsianus* Grev.  
(400/1). (Nach Greville.)



Fig. 250. *Grovea pedalis* (Gr. et St.)  
A. Schm.

die kreisförmigen bis elliptischen Fortsätze (Augen) sich erheben. Struktur punktiert, granuliert oder areoliert. Zentraler Hof vorhanden oder fehlend.

6 Arten, fossil, z. B. *C. Ralfsianus* Grev. (Fig. 249).

53. ***Grovea*** A. Schm. (1890). Schale diskusförmig, mit 7 bis mehr warzenartigen Erhebungen mit Augen am Rand; abwechselnd damit je ein stumpfer Fortsatz ohne Auge. Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 2.

Punktierte Schale mit großem, rundem Mittelfeld, das umgeben ist von einem hellen Ring mit radialstrahligen Ausläufern, die zu den Augen führen.

1 fossile Art, *G. pedalis* (Gr. et St.) A. Schm. (Fig. 250).

54. **Actinocyclus** Ehrb. (1840). Schalen kreisförmig-elliptisch, oder abgerundet rhombisch. Oberfläche fast ganz eben, selten konvex, granuliert; Körnelung meist abge-

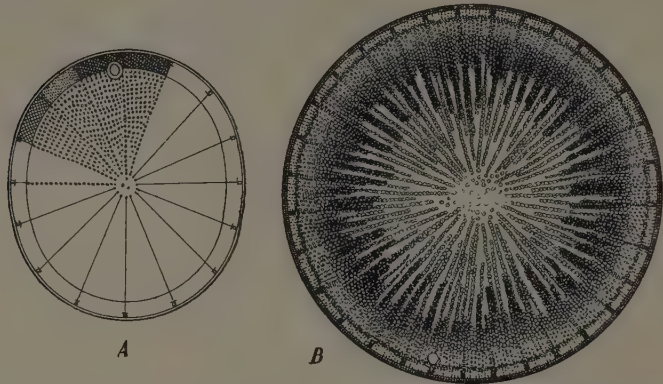


Fig. 251. A *Actinocyclus ovalis* Norman. — B *A. Ralfsii* Smith. (Nach Van Heurck.)

rundet, selten eckig oder punktförmig, meist radiär oder bündelweis radiär; im Zentrum ein meist runder Hof (Area). Rand deutlich oder undeutlich, hyalin oder gestreift; am Rande ein rundes oder elliptisches Auge (kurz abgeschnittener Hornansatz wie bei *Auliscus*), und ein Kranz von Dornen oder Knötchen.

73 Arten, marin, fossil, z. B. *A. Ralfsii* W. Sm. (Fig. 251 B), *A. crassus* Ralfs, *A. ovalis* Norman (Fig. 251 A).

Sekt. I. *Euactinocyclus* Körnelung in geradlinigen, bisweilen aussetzenden Radialreihen, Auge deutlich.

Hierher die überwiegende Mehrzahl.

Sekt. II. *Stictocyclus* A. Mann. Körnelung sehr zart, hervortretende Radiallinien etwa halbwegs vom Zentrum alle leicht und gleichsinnig gekrümmt, dann meist in doppelter Punktreihe geradlinig zum Rande verlaufend. Zwischen diesen Reihen zartere undeutliche Punktklinien. Auge etwas vom Rande entfernt, klein, undeutlich.

*Stictodiscus varians* A. Mann. Philippinen. Fig. 252.

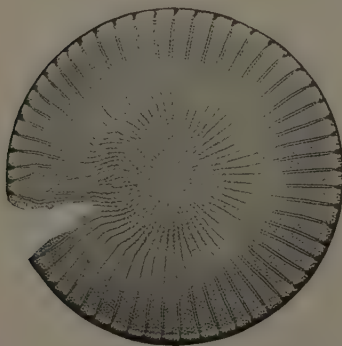


Fig. 252. *Actinocyclus (Stictocyclus) varians* A. Mann (189/1).

55. **Eupodiscus** Ehrb. (1844) (*Pseudoauliscus* Fortm.). Zellen flach diskusförmig. Schalen eben oder wenig gebogen, konvex, oft in der Mitte eingedrückt, ohne zentrale Area. Skulptur meist areoliert, wenige oder zahlreiche kleine Stacheln in der Nähe des Randes.

Rand schmal, hyalin oder mit feinen Streifen, oder breit mit deutlichen Streifen. In der Nähe des Randes 1—4 kleine, wenig hervortretende Fortsätze mit runder oder elliptischer, ebener, meist glatter Endfläche (Auge). *E.* schließt sich bezüglich der Schale an *Triceratium* an, unterscheidet sich aber wesentlich durch diskoidalen Bau der Zelle von dem mehr zum Büchsentypus gehörenden *Triceratium*.

Sekt. I. *Eu-Eupodiscus* Ehrenb. (*Perithyra* Ehrenb.) Fortsätze entwickelt, wenn auch oft sehr niedrig, meist in Mehrzahl. — 15 Arten, marin, fossil, z. B. *E. radiatus* Bail. (Fig. 253), pazifischer Ozean.

Sekt. II. *Roperia* Grun. Fortsätze nicht entwickelt, nur ein einzelner, kleiner, kreisförmiger, strukturloser Fleck nahe dem Rande der Schale. — 1 Art, marin, *E. tessellatus* Roper (Fig. 254), Nordatlantik.

Sekt. III. *Rattrayella* De Toni (*Aporodiscus* Rattr., *Debya* Rattr.). Schalen kreisförmig. Oberfläche im Zentralteil eben, außen zu scharfbegrenztem Rande abfallend. Körnelung

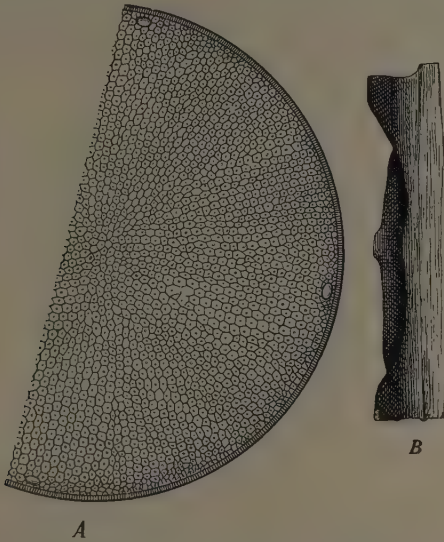


Fig. 253. *Eupodiscus radiatus* Bail. A Schalenansicht 475/1  
B Schale in Gürtelansicht (500/1). (Nach Van Heurck.)

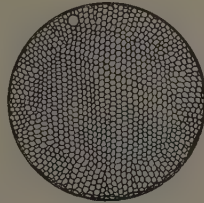


Fig. 254. *Eupodiscus (Roperia) tessellatus* Roper (500/1) (Nach Grunow.)

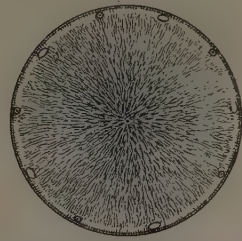


Fig. 255. *Eupodiscus (Rattrayella) oamaruensis* Grun. (Nach A. Schmidt.)

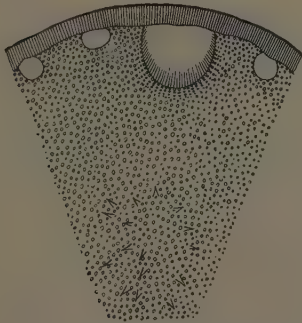


Fig. 256. *Eupodiscus (Isodiscus) mirificus* Rattr. Stück der Schale (660/1). (Nach Rattray.)



Fig. 257. *Glyphodiscus bipunctatus* A. Schm. (Nach A. Schmidt.)

bis Punktierung radialstrahlig angeordnet. Fortsätze 3—15, klein, rund bis elliptisch; zwischen je 2 Fortsätzen 1—2 Stacheln. — 1 Art, fossil, *E. oamaruensis* Grun. (Fig. 255), Oamaru.

Sekt. IV. *Isodiscus* Rattr. Schalen kreisförmig, flach oder nach dem Rand hin schwach konvex, mit Fortsätzen am Rande. Zentralhof groß, gerundet, bisweilen fehlend. Struktur areolär oder granuliert, mit großen Zwischenräumen, um die Fortsätze radialstrahlig angeordnet. Fortsätze niedrig, zum Rande ansteigend, 2 oder 3 größere bisweilen unsymmetrisch gestellt, zwischen ihnen 3—8 kleinere in gleichen Zwischenräumen. Rand deutlich, scharf begrenzt. — 2 fossile Arten, z. B. *I. mirificus* Rattr. (Fig. 256), Oamaru.

56. **Glyphodiscus** Grev. (1863). Schalen abgerundet, 4eckig bis kreisrund. Zentrale Area strukturlos, umgeben von radialstrahliger Struktur, von der ebenfalls radialstrahligen Randzone durch eine strukturlose Zone getrennt. 4 oder mehr Fortsätze in der Randzone, wie bei *Auliscus*. Benachbarte Strahlen der Randzone radiär zu den Fortsätzen.

3 fossile Arten, z. B. *G. stellatus* Grev., *G. bipunctatus* A. Schm. (Fig. 257), Oamaru.

57. **Mammula** (*Monopsis* Grov. et St. [1887]) G. K. (1828). Zellen discusförmig. Schalen kreisförmig, mit einem exzentrisch gelagerten, stumpfen, abgeplatteten Augenfortsatz, Oberfläche allmählich zu dem Fortsatz ansteigend; ohne Zentralhof, punktiert, strei-

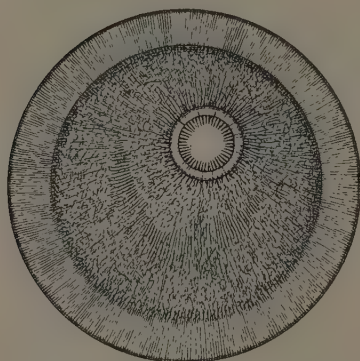


Fig. 258. *Mammula mammosa* (*Monopsis* Grove et Sturt) G. K. (Nach A. Schmidt.)

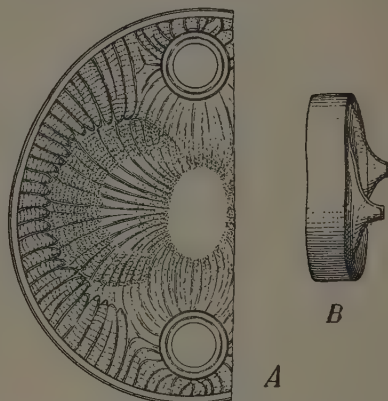


Fig. 259. A *Auliscus* (*Euauliscus*) *Rhapis* A. Schm. Schalenansicht. — B *A. Clevei* Grun. Gürtelansicht ( $\frac{1}{2}$  Zelle).

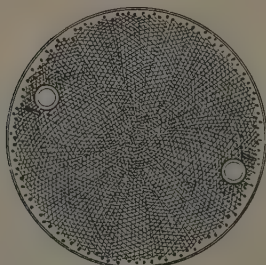


Fig. 260. *Auliscus* (*Pseudoauliscus*) *peruvianus* (Grev.) Ratray. (Nach A. Schmidt.)

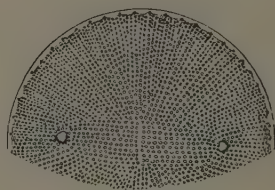


Fig. 261. *Auliscus* (*Fenestrella*) *barbadensis* Grev. (Nach Greville.)

fig. bereift, auch federfahnenartige Streifensysteme bildend. Streifen fein, vom Höcker bis zum Rand ausstrahlend, in der Randzone weniger deutlich; kleine Stacheln über die Oberfläche zerstreut oder am inneren Rande der Randzone zusammengedrängt.

1 Art, *M. mammosa* (Grove et Sturt.) G. K. (Fig. 258), fossil von Oamaru.

58. **Auliscus** Ehrh. (*Mastodiscus* Bail.) (1854). Zellen flach diskusförmig. Schalen kreisförmig bis rund-elliptisch, selten stumpfeckig. Schalendeckel im ganzen flach, stellenweise zu kurzen Fortsätzen sich erhebend; Struktur bisweilen zu Streifensystemen geordnet. Fortsätze 2, selten 1 oder 3—4, niedrig, hügelartig, auf der Spitze plateauartig abgestumpft. Plateau hyalin, mit schmalen Rand, kreisförmig (sogen. Auge). Augen meist groß und mit Ring, nicht unmittelbar am Rand, aber dem Rand  $\pm$  genähert, bisweilen dem Zentrum genähert. Verbindungslinie der Augen meist in spitzem Winkel zur großen Achse der Schalenellipse.

Untergatt. I. *Euauliscus* A. Schm. Struktur der Schale verschieden, fein granuliert bis bereift, meist fein, zu fächerartigen Streifensystemen geordnet. In der Schalenmitte eine strukturfreie Area. Augen meist 2, selten (1 oder) 3—4. — 102 Arten, marin und fossil. *A. Rhipis* A. Schm. (Fig. 259 A), *A. Clevei* Grun. (Fig. 259 B).

Untergatt. II. *Pseudoauliscus* Leud.-Fortm. Oberfläche eben oder mit erhabener Zone außerhalb der Fortsätze. Keine oder kleine skulpturlose, zentrale Area. Struktur: Punktierung, Areolierung meist in Streifenreihen geordnet oder ungeordnet. Streifen unauffällig. Kleine Dornen über die ganze Oberfläche zerstreut, oder auf den Rand beschränkt. Rand schmal, hyalin oder gestreift. 2—5 (oder mehr) Fortsätze mit kreisförmiger oder elliptischer Kopf- fläche, bis an den Saum gestreift.

Sekt. I. *Pseudoauliscus* Leud.-Fortm. Hyaliner Zentralhof (zentrale Area) fehlt. Fortsätze 2—5, dem Rande genähert. — 26 Arten, marin, meist fossil. *A. peruvianus* Grev. (Fig. 260) im Perugano, mit 2 Augen; *A. Petitii* Grev. im indischen Ozean, mit 3 Augen; *A. nebulosus* Grev. im Pazifik, mit 4 Augen; *A. ornatus* Grev., fossil, von Barbados, mit 5 Augen.

Sekt. II. *Fenestrella* Grev. Oberfläche leicht konvex; am Rande kleine, halbkreis- förmige, hyaline Höfe. Augen 2. Zentrale Area klein, verlängert. Struktur granuliert in paral- lelen Streifen zwischen Zentralarea und Augen, im übrigen bündelweis in Streifen radial — 2 Arten fossil. *A. barbadensis* (Grev.) F. S. (Fig. 261).

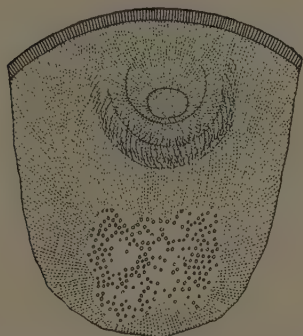


Fig. 262. *Auliscus* (*Pseudocerauliscus*) *Kinkeri* (Pant.) (600/1). (Nach Pantocsek.)

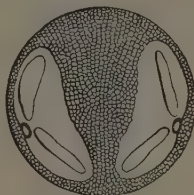


Fig. 263. *Bergonia barbadensis* Temp. (300/1). (Nach Van Heurck.)

Sekt. III. *Pseudocerauliscus* Pant. Schalen elliptisch bis abgerundet. 2 Buckel wenig erhaben oder ganz unbedeutend, nackt oder mit strahlenden Punktstreifen besetzt. Struktur rau, punktiert, selten stachelig. — 3 fossile Arten. *A. Kinkeri* (Pant.) F. S. (Fig. 262).

59. *Bergonia* Temp. (1891). Schale fast kreisrund, schwach konvex, mit 2 großen, exzentrischen, bohnenförmigen, im spitzen Winkel zueinander geneigten Höfen, deren con- vexer Rand dem Schalenrand parallel läuft. Jeder Hof im Mittelteil mit einem kleinen Auge und 2 durch Verdickung der inneren Schalenschicht gebildeten, zwischen Auge und Hofende gelagerten Streifen. Die von den Höfen nicht eingenommene Schalenober- fläche gepunktet. Perlengröße von innen nach außen abnehmend.

1 fossile Art, *B. barbadensis* Temp. (Fig. 263).

#### A. I. 3. d. Discaceae-Eupodiscoideae-Tabulineae.

Zellen büchsenförmig, kürzer oder wenig länger als breit und dick, von elliptischem bis stumpf 4eckigem Querschnitt, mit sehr kurzen, buckelartigen Auswüchsen; ohne Augen, doch bisweilen mit augen- oder zitzen- oder klauenähnlichen Flecken oder Mem- brananhängen an den Buckelenden. Schalen flach, Oberfläche mit Falten, die gewundene Täler bilden.

A. Schalen mit 4 diagonal randständigen, abgerundeten Höckern . . . . . 60. *Tabulina*.

B. Schale mit flächenständigen, gestreckten Hügeln (2 Transversal- und 1 Sagittalhügel)

61. *Cheloniodiscus*.

60. **Tabulina** Brun. (1889). Schalen flach, tafelartig,  $\pm$  4eckig; Oberfläche mit hyalinen, radialen und transversalen Kanälen. Höcker 4, abgerundet, gestreift. Gürtelansicht geradlinig.

1 fossile Art, *T. testudo* Brun. (Fig. 264).

61. **Cheloniodiscus** Pant. (1889). Schalenansicht fast kreisförmig, konvex. Schalen ungleich; Schalen schwach-flammig gestreift, obere mit dicken, nach dem Rand auslaufenden, nach der Mitte zusammenfließenden Hügeln; ein Hügel sagittal gestreckt, am höchsten Pol halbmondförmig eingeschnitten, und 2 transversal verlaufende Hügel.

1 fossile Art, *Ch. ananiensis* Pant. (Fig. 265).

#### A. II. 4. a. Soleniaceae-Solenioideae-Lauderieae.

Zellen gestreckt zylindrisch, Ketten bildend. Schalen kreisförmig oder rund elliptisch, apolar, ohne Auswüchse, Hörner oder Knoten, bisweilen mit Dornen, Stacheln und Klauen. Gürtel meist geringelt durch zahlreiche, geschlossen ringförmige oder offen ringförmige, oder gebrochen ringförmige, gestreckte Zwischenbänder, selten ohne Ringelung.



Fig. 264. *Tabulina testudo* Brun. (400/1).  
(Nach Brun.)



Fig. 265. *Cheloniodiscus ananiensis* Pant.  
(300/1). (Nach Pantocsek.)

Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen. Typische Planktonformen. Auxosporen-bildung aus einer Zelle durch Wachstum eine Auxospore.

A. Schale mit Dornen oder Stacheln.

a. Schale mit langen Dornen . . . . . 62. **Corethron**.

b. Schale mit kleinen Stacheln . . . . . 63. **Lauderia**.

B. Schale ohne Dornen und Stacheln.

a. Membran kräftig, strukturiert. Zwischenbänder gestreckt schuppenförmig, zu gebrochenen Ringen zusammengebogen . . . . . 64. **Dactyliosolen**.

b. Membran zart, schwach verkieselt, hyalin. Gürtel ohne Ringstreifung . . . . . 65. **Leptocylindrus**.

62. **Corethron** Castr. (1886). Zellen lang-zylindrisch, Schalen gewölbt. Rand mit Kranz von langen Dornen, Dornen beiden Schalen gleichsinnig angeschlossen, schräg längs verlaufend. Chromatophoren kleine Plättchen. Auxosporen, Mikrosporen und Zygotenbildung.

Sekt. I. *Eucorethron* F. S. Gürtelseiten einfach ohne Zwischenbänder, weich. Dornen glatt, dünn fadenförmig. *C. criophilum* Castr. Fig. 266 A.

Sekt. II. *Scoparius* Castr. Gürtelseite mit bald squamosen, bald annulaten Zwischenbändern. Dornen mit Längskanal, bestachelt. Übergang von den Solenioideen zu den Chaetoceren, mindestens 5 Arten, marin und fossil. *C. Murrayanum* Castr. Fig. 266 B, vgl. dazu Fig. 142, 155, 172.

63. **Lauderia** Cleve (1873) (*Schroederella* Pav.). Zellen zylindrisch, gerade Ketten bildend. Schalen kreisförmig. Deckel gewölbt oder eben, mit zahlreichen feinen Stacheln oder wenigstens am Rande mit Stacheln besetzt. Gürtel reichlich geringelt, von zahlreichen geschlossenen oder offenen, ringförmigen Zwischenbändern herrührend. Zwischenbänder-sukulptur: sehr feine Punkte.

8 marine Arten.

Sekt. I. *Eulauderia* F. S. Schalendeckel gewölbt, mit Stacheln besetzt. *L. annulata* Cleve (Fig. 267).

Sekt. II. *Detonula* F. S. Schalendeckel flach, ohne Stacheln in der Fläche, mit Stachelkranz am Rande. *L. pumila* Castr. (Fig. 268).

64. **Dactyliosolen** Castr. (1886). Zellen gestreckt zylindrisch, gerade Ketten bildend. Gürtelansicht geringelt. Zwischenbänder zahlreich, ohne Septen (nicht geschlossene, seitlich ausgekeilte Ringschuppen). Schuppen zu gebrochenen Ringen zusammen-

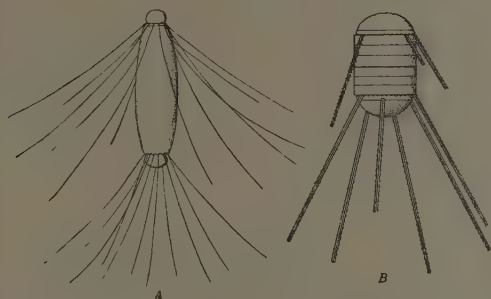


Fig. 266. A *Corethron* (*Eucoethron*) *criophilum* Castr. (200/1).  
— B C. (*Scoparius*) *murrayanum* Castr. (220/1).  
(Nach Castracane.)



Fig. 267. *Lauderia* (*Eulauderia*) *annulata* Cleve. Kette (385/1).  
(Nach Castracane.)



Fig. 268. *Lauderia* (*Detonula*) *pumila* Castr. (440/1).  
(Nach Castracane.)



Fig. 269. *Dactyliosolen* *antarcticum* Castr. (375/1).  
(Nach Castracane.)

gebogen. Schalen eben, kreisförmig, ohne Anhängsel, bisweilen mit punktiertem Rand. Membran stark verkieselt, kräftig; Ringe strukturiert. Chromatophoren: kleine Plättchen.

3 pelagische Arten. Marin. *D. antarcticum* Castr. (Fig. 269), weit verbreitet. Atlantischer Ozean. Mittelmeer.

65. **Leptocylindrus** Cleve (1889). Zellen gestreckt zylindrisch. Schalen kreisförmig, kräftig, strukturlos; Gürtelband hyalin, ohne Schuppen oder Ringzeichnung.

3 marine Arten, *L. danicus* Cleve.

A. II. 4. b. **Soleniaceae-Solenioideae-Rhizosoleniae.**

Zellen sehr lang gestreckt zylindrisch, oft Ketten bildend. Querschnitt kreisförmig bis rund elliptisch. Schale unipolar, meist zu einer Spitze hochgewölbt; Spitze mit Horn oder durchbohrtem Stachel. Selten Schalendeckel eben, mit rudimentärer Spitze. Gürtel mit Schuppenringzeichnung, von zahlreichen, meist rhombisch schuppenförmigen, selten offen ringförmigen Zwischenbändern herrührend. Chromatophoren: zahlreiche kleine, oft längliche Plättchen. Auxosporenbildung: aus einer Zelle entsteht auf ungeschlechtlichem Wege eine Auxospore. Längsachse der primären Zelle der Mutterzelle parallel oder senkrecht dazu.

- A. Schale flach. Stachel rudimentär . . . . . 66. *Guinardia*.  
 B. Schale ausgezogen, mit Horn oder Stachel.  
   a. Stachel oder Horn exzentrisch . . . . . 67. *Rhizosolenia*.  
   b. Horn zentral . . . . . 68. *Cylindrotheca*.

66. *Guinardia* Perag. (1892). Zellen gestreckt, zylindrisch, geringelt. Schalen elliptisch, ohne Hörner oder Stacheln, kreisförmig, mit einer seitlichen Erhebung, die in einen



Fig. 270. *Guinardia flaccida* (Castr.) Perag.  
 A Schalenansicht; B Gürtelansicht.  
 (Nach Van Heurck.)



Fig. 271. *Guinardia baltica* (Hensen) Schütt.  
 Zelle mit Andeutung des Plasmas (225/1).  
 (Nach Schütt.)

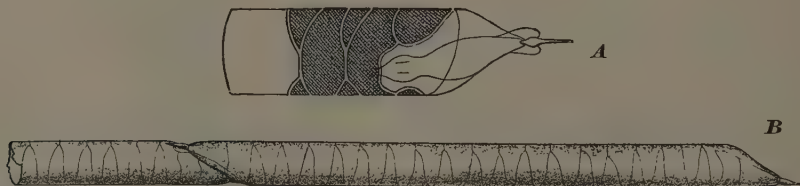


Fig. 272. *Rhizosolenia styliformis* Brightw. A Endstück; B Stück einer Kette ( $1\frac{1}{2}$  Zelle). (Vgl. auch S. 152 Fig. 143.) (A nach O. Müller; B nach Schütt.)

rudimentären Stachel endigt. Schalendeckel eben oder konkav. Gürtel mit zahlreichen, geschlossen oder gebrochen ringförmigen Zwischenbändern. Chromatophoren: zahlreiche kleine, gelappte Plättchen mit Pyrenoid. Membran schwach verkieselt, zart, beim Trocknen zusammenfallend. Ringe nicht strukturiert.

Sekt. I. *Euguinardia* F. S. Zellen gerade. — 2 marine, pelagisch lebende Arten. *G. flaccida* (Castr.) Perag. (Fig. 270), *G. Blavyana* Perag.

Sekt. II. *Hensenella* F. S. Zellen gebogen, zu schraubenförmigen Ketten verbunden. *G. baltica* (Hensen) Schütt (Fig. 271).

67. *Rhizosolenia* (Ehrb., Brightw.) Perag. (1892). Zellen lang-zylindrisch, Ketten bildend. Ketten tordiert. Zwischenbänder zahlreich, schuppenförmig, seitlich bisweilen fast Scheinringe bildend, auskeilend, ohne Septen. Die Schuppen verschieden, meist in peripherischer Richtung kurz (echte Schuppen), seltener so lang gestreckt, daß sie sich fast auf der anderen Seite berühren (Scheinringe). Schalen unsymmetrisch, tütenförmig, meist mit  $\pm$  langem, durchbohrtem Stachel, seltener in ein stumpfes, zylindrisches Horn auslaufend. Spitze exzentrisch, schief zur Längsachse; Schale ohne ringförmigen Schalenmantel, schief keilförmig an die Zwischenbänder grenzend. Panzer schwach verkieselt. Kern der Gürtelseite meist zentral angelagert. Chromatophoren: zahlreiche kleine rundliche oder gestreckte Plättchen. Auxosporenbildung ungeschlechtlich. Plasma mit Scheide quillt nach Öffnung des Panzers seitlich oder in der Längsachse als Blase hervor, ohne

Gallertausscheidung; die Blase scheidet die äußere Schale, Gürtel- und Zwischenbänder und die innere Schale aus. Hauptachse der Auxospore teils parallel, teils senkrecht zur Hauptachse der Mutterzelle. Ruhesporen je 2 in einer Zelle, granatenförmig mit gegeneinander gekehrten Spitzen. Mikrosporenbildung.

34 Arten. Marin. Plankton. Ausnahmsweise Süßwasser. *R. alata* Brightw. in der Ostsee, im Hochsommer in ungeheuren Massen. Auxosporenbildung im August; im September findet man fast nur die daraus hervorgehenden dicken Zellen. Von da an nimmt die Dicke der Zellen kontinuierlich bis zum August des nächsten Jahres ab. Häufig *R. semispina* Hensen. Im Atlantik *R. styliformis* Brightw. (Fig. 272). *R. setigera* Brightw. (Fig. 273 vgl. Fig. 143—147, 156).

68. **Cylindrotheca** Rabh. (1859). Zellen nach allen 3 Richtungen symmetrisch, spindelförmig, ohne Nähte und Knoten, mit spiralig umlaufenden und sich kreuzenden Linien mit aufgesetzten Punkten. Chromatophoren: kleine Plättchen. — Der anatomische Bau der Zelle ist unvollkommen bekannt, die systematische Stellung der Gattung daher unsicher; sie wird vielfach zu den *Nitzschieae* gestellt.

1 Art im Süß- und Brackwasser. *C. gracilis* (Bréb.) Grun. (Fig. 274).



Fig. 273. *Rhizosolenia setigera* Brightw. Zelle mit Ruhesporen (300/1). (Nach Hensen.)



Fig. 274. *Cylindrotheca gracilis* (Bréb.) Grun. (475/1). (Nach Van Heurck)

(Nachträgliche Einfügung:) Nachdem jedoch Hustedt, wie er brieflich mitteilt, lebhaft Bewegung festgestellt hat, ist die Zugehörigkeit zu den Nitzschien sichergestellt worden. Sie wäre voraussichtlich nach näherer Aufklärung als Gattung bei *Allonitzschia* einzureihen.

### A. B. Hemicyclicae.

Die Schalen haben zentrischen Grundtypus, doch ist dieser meistens gestört (hemicyclisch), indem 2 Radien bevorzugt sind und die Schale dadurch pseudozugomorph wird. Querschnitt polygonal oder häufiger elliptisch oder gestreckt. Schalenstruktur ohne Sagittallinie, regellos oder radiär, nicht gefiedert. Häufig mit größeren Auswüchsen (Buckel und Hörner) an den Ecken.

#### A. III. 5. Biddulphiaceae-Chaetoceroideae.

Zellen büchsenförmig, meist kurz. Schalen elliptisch bis kreisförmig, bi- bis multipolar, mit so viel Hörnern als Polen, Hörner sehr lang, länger als die Zelle, dornförmig, ohne Klaue am Ende, oft mit Stacheln besetzt. Membran strukturlos oder sehr schwach strukturiert. Zellen einzeln oder mit den Hornwurzeln zu Ketten verwachsen, Verwachsungsstelle klein, punktförmig oder langgestreckt. Hornenden frei. Chromatophoren nach den Arten verschieden, viele Arten mit zahlreichen kleinen Plättchen, andere mit wenigen größeren Plättchen, noch andere mit nur einer großen Platte. Auxosporen: Aus einer Zelle entsteht auf ungeschlechtlichem Wege eine Auxospore. Längsachse der primären Zelle senkrecht zur Mutterzelle (ob immer?). Dauersporen: Dickwandige kurze Büchsen mit 2 gewölbten Schalen, meist bestachelt oder bedorn, zum Teil als eigene Gattungen beschrieben, cf. Anhang. Mikrosporenbildung bei zahlreichen Arten festgestellt.

- A. Schalen kreisförmig, multipolar, mit vielen Hörnern . . . . . 69. *Bacteriastrum*.  
 B. Schalen elliptisch, bipolar, mit 2 Hörnern . . . . . 70. *Chaetoceras*.

Nachdem es Mangin gelungen ist nachzuweisen, daß sowohl *Bacteriastrum* wie viele *Chaetoceras*-Arten aus Zwischenbändern aufgebaute Theken besitzen, ist die Berechtigung, aus *Peragallia* eine eigene Gattung zu machen fortgefallen, sie kann nur als Untergattung von *Chaeto-*

ceras bestehen bleiben. Die Zwischenbänder sind bei *Bacteriastrum* mehr schuppenförmig, bei *Chaetoceras* (Peragallia) mehr ringförmig.

69. *Bacteriastrum* Lauder (1865) (*Actiniscus* Ehrb.). Zellen kurz-zyllindrisch von kreisförmigem Querschnitt, meist kürzer als breit und dick, mit zahlreichen Hörnern, rein strahlig, nicht bilateral-symmetrisch, Ketten bildend. Hörner am Schalenrand entspringend. Endhörner der Kette isoliert, oft anders gestaltet und gebogen als die Zwischenhörner; Zwischenhörner nach kurzem Längsverlauf in die Querebene umbiegend, je 2 gegenüberstehende, von der Knickung an auf eine lange Strecke hin verwachsen. Hörner häufig mit einem spiraligen Kiel. Gürtel wenigstens bei einigen Arten

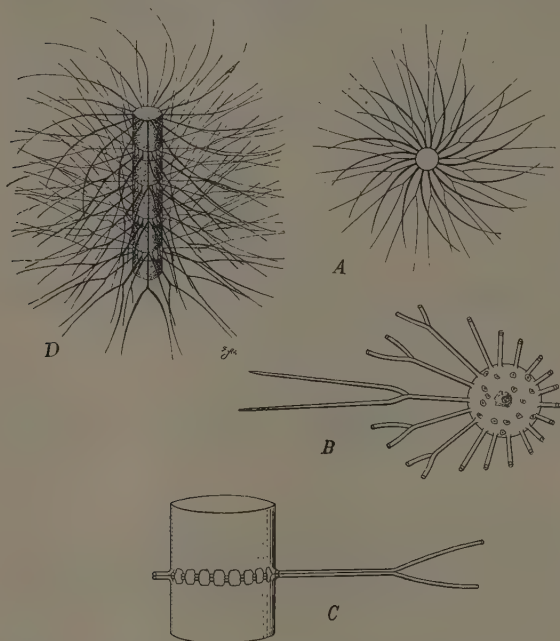


Fig. 275. *Bacteriastrum varians* Lauder. A  $1\frac{1}{2}$  Endzellen einer Kette in Schalenansicht (300/1); B  $\frac{2}{3}$  Zellen in Schalenansicht (Hörner abgebrochen); C dieselben in Gürtelansicht (300/1); D Ende einer Kette (200/1). (A—D nach Schütt.)

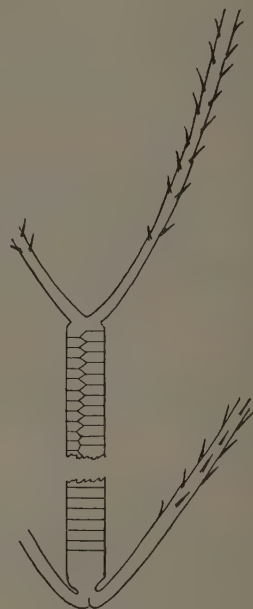


Fig. 276. *Chaetoceras* (*Peragallia*) *meridiana* Schütt. (Nach Schütt.)

aus Zwischenbändern aufgebaut. Chromatophoren: zahlreiche, kleine rundliche oder gelappte Plättchen. Dauersporen wie bei *Chaetoceras* (vgl. Fig. 151, 165).

5 Arten, marin; wichtige Planktongattung. *B. varians* Laud. (Fig. 275). Nordatlantik.

70. *Chaetoceras* Ehrb. (1844) (*Syndendrium* Ehrb.). Zellen mit 4 langen Hörnern, kürzer oder wenig länger als breit, bilateral symmetrisch nach Querschnitt, Sagittalschnitt, Transversalschnitt. Symmetrie durch Biegung der Hörner und Torsion der Hauptachse gestört. Schalen elliptisch; von jedem Pol entspringt ein langes gebogenes, oft mit Dornen bewehrtes Horn, unmittelbar oder nahe an der Wurzel nach der Seite umbiegend. Die Zellen leben einzeln oder bilden Kolonien (vgl. Fig. 102), meist lange gerade, oder einfach, oder schraubenförmig gebogene Ketten, in dem sie mittelst einer, meist sehr kleinen Stelle der Hornwurzeln miteinander verwachsen. Gürtel aus Zwischenbändern aufgebaut. Chromatophoren bei den verschiedenen Spezies verschieden, bei der einen zahlreiche kleine, rundliche Plättchen, bei der anderen mehrere größere Platten, 2 große Platten oder eine große Platte, dem Gürtelband anliegend oder einer, oder beiden Schalen anliegend. Auxosporenbildung ungeschlechtlich; aus einer Zelle ent-

steht eine Auxospore; Wachstumsachse senkrecht zur Mutterzelle. Dauersporen: In jeder Zelle eine büchsenförmige, 2schalige, dickwandige Spore. Schalen ungleich geformt, meist (ungleich) bestachelt. Stacheln einfach oder verzweigt.

46 Arten, marin und im Plankton; mit *Rhizosolenia* wichtigste Planktonpflanzen, zeitweise wuchernd und dann das Plankton beherrschend. *Ch. boreale* Bail., *Ch. protuberans* Lauder (Fig. 277 A—C, vgl. Fig. 148—150).

Untergatt. I. *Euchaetoceras*. Gürtel ohne Zwischenbänder umfaßt bisher wohl die Mehrzahl der Arten, insbesondere die mit niedrigen Zellen (vgl. jedoch letzten Absatz).

Untergatt. II. *Peragallia* Schütt. Zellen einzeln oder in Ketten gestreckt-zylindrisch. Gürtel mit zahlreichen, gestreckt schuppenförmigen Zwischenbändern, die, zu halben Ringen zusammengebogen, den Gürtel geringelt erscheinen lassen.

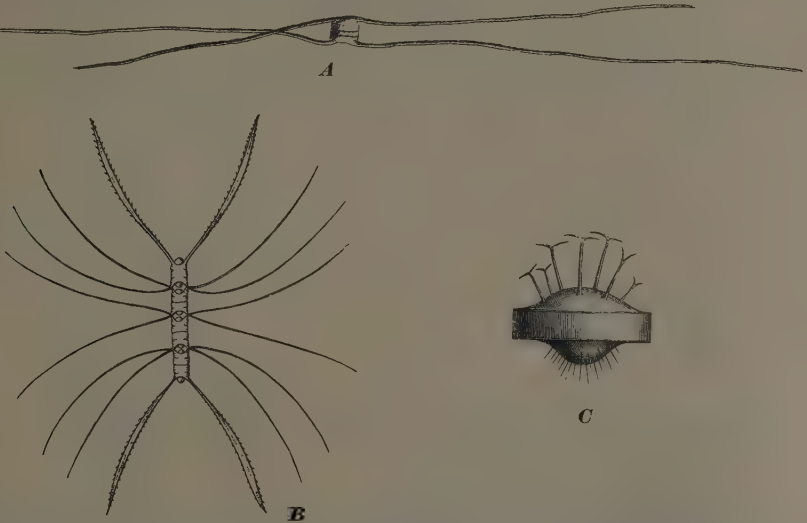


Fig. 277. A *Chaetoceras boreale* Bail., Zelle von der Gürtelseite (250/1). — B *Ch. protuberans* Laud. (300/1). — C Ruhespore von *Chaetoceras*, beschrieben als *Syndendrium diadema* Ehrenb. (750/1). (A nach Schütt; B nach Lauder; C nach Brightwell.)

Zu der von Schütt als einzige Spezies aufgestellten *Chaetoceras* (*Peragallia*) *meridiana* treten nach Mangin *Chaetoceras teres*, *Lorenzianum* und andere hinzu, wenn es überhaupt völlig zwischenbandlose Chaetoceratoideen gibt, was zweifelhaft erscheint.

So bilden die Gattungen *Chaetoceras* und *Bacteriastrum* Übergangsformen von den Biddulphoideen zu den Solenioideen.

### A. III. 6. Biddulphiaceae-Biddulphioideae.

Zellen kurz oder gestreckt büchsenförmig, kürzer oder wenig länger als breit und tief. Schale von zylindrischem Grundtypus, mit 1, 2 oder mehr durch Buckel oder Ecken ausgezeichneten Polen. Querschnitt daher kreisförmig, viel-, 4-, 3-, 2eckig (d. h. elliptisch). Bei elliptischem Querschnitt Schale pseudozygomorph, d. h. zu den 2 Längsschnitten symmetrisch. Buckel zuweilen zu Hörnchen ausgezogen, die aber relativ kurz bleiben. Schale bisweilen mit transversalen Tälern oder Falten, ohne eigentliche innere Septen. Gürtel mit oder ohne Zwischenbänder.

A. Schalen mit Buckeln oder Hörnern. Hörner ohne Klauen.

a. Schalen bipolar, mit 2 kurzen Buckeln oder Hörnern. Panzer schwach verkieselt, fast strukturlos, mit zahlreichen Zwischenbändern . . . . . a. *Eucampiineae*.

b. Schalen tri- bis multipolar, stumpf 3- bis vieleckig, jede Ecke mit Buckel

b. *Triceratiineae*.

- c. Schalen bipolar, kräftig, jeder Pol mit Buckel oder Hörnchen . . . c. **Biddulphiinae**.  
 d. Schalen unipolar, mit je 1 Buckel, Schalen verschieden . . . d. **Isthmiinae**.  
 B. Schale meist mit Hörnchen. Jedes Hörnchen am Ende mit Zahn oder Klaue. Zellen mit den  
 Hornenden zu Ketten verbunden, durch die Klauen verzapft . . . e. **Hemiaulinae**.

### A. III. 6. a. **Biddulphiaceae-Biddulphioideae-Eucampieae**.

Zellen kurz, pseudozygomorph, ohne Raphe und Pseudoraphe, mit Zentralknoten. Pole mit Auswuchs, dieser flach buckelförmig bis hornartig gestreckt, ohne Endstachel oder Klaue. Membran sehr schwach verkieselt, oft fast kieselfrei, Zelle daher beim Eintrocknen oft zusammenfallend. Gürtel oft mit zahlreichen ringförmigen Zwischenbändern. Zellen meist mit den Enden der Polarfortsätze zu geraden oder schraubigen Ketten verwachsen. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen.

Die *Eucampieae* sind Planktonpflanzen, die sich im allgemeinen durch schwach verkieselte, zarte Membranen auszeichnen. Sie bilden nach verschiedenen Richtungen hin Übergänge zu anderen Sippen: die meist bipolaren Buckelschalen verbinden sie mit den *Biddulphiinae*; im Aufbau sind sie *Biddulphia* und *Triceratium* sehr ähnlich. Der zentrale Knoten der Schalen weist nach den *Raphioideae* hin, die Zwischenbänder nähern sie einerseits den *Meridioneae*, andererseits den *Lauderieae*.

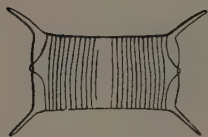


Fig. 278. *Attheyia decora* West. (Nach Peragallo.)

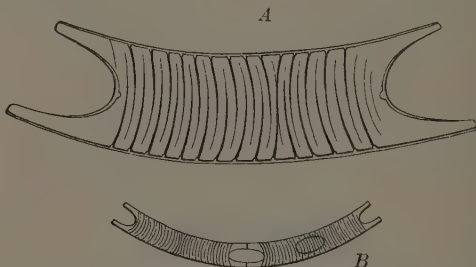


Fig. 279. *Moelleria cornuta* Cleve. A Gürtelseite (500/1); B Stücker einer Kette (225/1). (A nach Cleve; B nach Castracane.)

A. Zellen länger als tief; Pole mit gestreckten Fortsätzen (d. h. Hörnern oder Dornen), Gürtel mit zahlreichen Zwischenbändern.

I. Polarfortsätze  $\pm$  borstenförmig auswärts gerichtet . . . . . 71. **Attheyia**.

II. Polarfortsätze längs gerichtet, mit ihren Enden verwachsen, dadurch Schraubenkettchen bildend . . . . . 72. **Moelleria**.

B. Zellen kürzer als tief; Pole mit kurzen Buckeln.

I. Zellen fast so hoch als tief. Ein Buckel jeder Schale stärker. Zellen Schraubenkettchen bildend . . . . . 73. **Eucampia**.

II. Zellen sehr kurz. Alle Buckel der Schale gleich. Zellen gerade Ketten bildend . . . . . 74. **Climacodium**.

III. Zellen zu lückenlosen, stark tordierten Ketten verbunden. Zentralknoten (Buckel) rudimentär . . . . . 75. **Streptothece**.

71. **Attheyia** West. (1860). Zellen mit zahlreichen gebrochen-ringförmigen Zwischenbändern. Schalen elliptisch-lanzettlich, mit zentralem Knoten. Jeder Pol mit einer Borste (Stachel oder Horn?) meist Ketten bildend. Die Gattung bildet den Übergang von den *Biddulphiaceae* zu den *Solenieae* einerseits und zu den *Chaetocerae* andererseits.

3 Arten, marin und Süßwasser. *A. decora* West. (Fig. 278).

72. **Moelleria** Cleve (1872). Zellen zu spiralgigen Ketten verbunden. Schalen unter spitzem Winkel gegeneinander geneigt, in Schalenansicht oval, mit zentralem falschem Knoten, Pole zu 2 ungleichen Buckeln ausgewachsen. Gürtelseite mit zahlreichen Ringstreifen, von Zwischenbändern herrührend. Bildet den Übergang von *Eucampia* zu *Chaetoceras*.

2 marine Arten, z. B. *M. cornuta* Cleve (Fig. 279), vgl. Fig. 152.

73. **Eucampia** Ehrb. (1839). Schalen elliptisch, mit den Sagittalachsen keilartig gegeneinander geneigt, an den Polen eben oder gebuckelt, bis geböhrt. Gürtelseite meist

mit Querstreifen (von Zwischenbändern herrührend). Gürtelachse etwas tordiert. Zellen mit der ganzen Schalenfläche oder den Polbuckeln aneinanderhaftend, dadurch schraubenförmige Ketten bildend. Zwischen den Zellen bleibt meist in Gürtelansicht eine ovale bis lineale Lücke (Fensterchen). Panzer schwach verkieselt. Schalen punktiert-areoliert.

5 Arten, marin und fossil, z. B. *E. zodiacus* Ehrenb. (Fig. 280 B) in Nordsee und Nordatlantik. *E. cornuta* (Cleve) Grun. (Fig. 280 A).

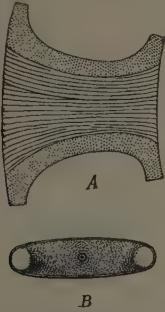


Fig. 280. *Eucampia cornuta* (Cleve) Grun. A Gürtelansicht (440/1). — B *E. zodiacus* Ehrenb. Schalenansicht (900/1). (A nach Castracane; B nach Van Heurck.)

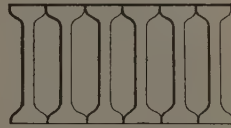


Fig. 281. *Climacodium Frauenfeldianum* Grun. Kette (100/1). (Nach Van Heurck.)



Fig. 282. *Streptotheca indica* G. K. Ansicht der ganzen Ketten (83/1).

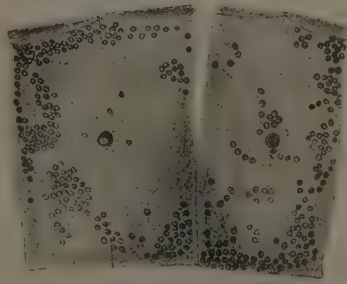


Fig. 283. *Streptotheca indica* G. K. Zwei Zellen aus dem Verbinde (166/1).

74. **Climacodium** Grun. (1868). Panzer sehr schwach verkieselt, sehr glatt, an den Polen zu Buckelstümpfen erhoben. Mit den Buckelenden zu langen, geraden, gefensternten Ketten verbunden. Zellen ohne Zwischenbänder.

1 marine Art, *C. Frauenfeldianum* Grun. (Fig. 281).

75. **Streptotheca** Cleve (1890). Lückenlose Ketten flacher, stark tordierter Zellen. Zellwand sehr schwach verkieselt. Schalen schmal elliptisch mit einem rudimentären Zentralknoten. Chromatophoren zahlreiche runde Scheibchen.

3 Arten marin (Neritisches Plankton), Fig. 282—283.

#### A. III. 6. b. **Biddulphiaceae-Biddulphioideae-Triceratiaceae.**

Zellen zylindrisch oder prismatisch. Schalen tri- bis multipolar mit 3 bis vielen Ecken und Buckeln. Buckel meist abgerundet, ohne Klaue am Ende. Panzer meist

kräftig strukturiert, selten hyalin, unvollkommen verkieselt. Häufig mit ring- oder schuppenförmigen Zwischenbändern, selten Schale mit mittlerem Horn. Zellen an den Ecken oft durch Gallertpolster zu Ketten vereinigt.

- A. Panzer unvollkommen verkieselt. Struktur schwach bis fehlend.  
 I. Gürtel ohne Zwischenbänder; Zelle niedrig . . . . . 76. *Bellerochea*.  
 II. Gürtel mit vielen Schuppenzwischenbändern. Zelle hoch.  
 1. Schale mit zentralem Horn . . . . . 77. *Ditylum*.  
 2. Schale ohne zentrales Horn . . . . . 78. *Lithodesmium*.  
 B. Panzer verkieselt, stark strukturiert.  
 I. Schalenfläche mit eigenartiger, ein Dreieck darstellender Zeichnung . . . 79. *Entogonia*.  
 II. Schalenfläche ohne diese Zeichnung . . . . . 80. *Triceratium*.  
 C. Zellen dreieckig, durch 3 verschlungene lange Arme verbunden . . . 81. *Tribrachia*.

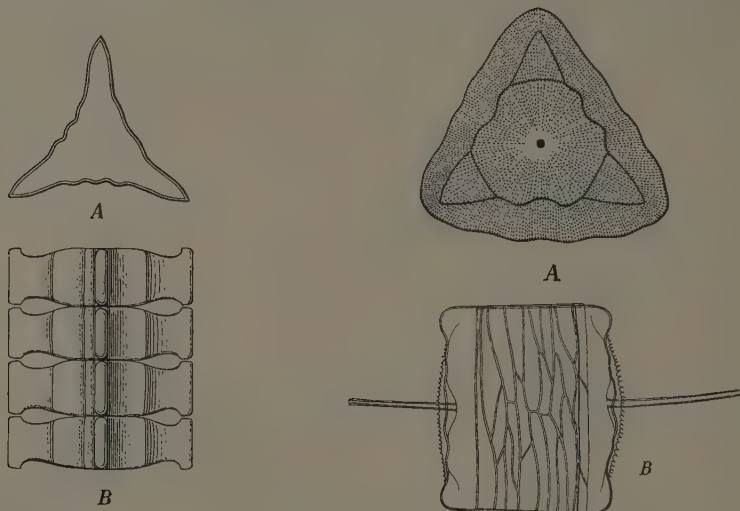


Fig. 284. *Bellerochea malleus* (Brightw.) Van Heurck. A Schalenansicht; B Kette in Gürtelansicht. (Nach Brightwell.)

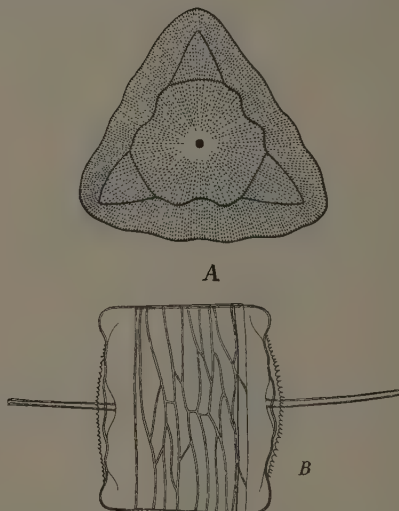


Fig. 285. A *Ditylum Brightwellii* (West.) Grun. Schalenansicht. — B *D. sol* Van Heurck. Gürtelansicht (175/1). (Nach Van Heurck.)

76. *Bellerochea* Van Heurck. (1885). Panzer kaum verkieselt. Zellen zu langen, geraden Ketten vereinigt, elliptische Öffnungen zwischen sich lassend. Schale dreieckig oder viereckig, an den Seiten wellig, ungleich tief ausgehöhlt, an den Ecken zu einem schwachen Fortsatz erhoben.

1 Art, marin, *B. malleus* (Brightw.) Van Heurck (Fig. 284) im Nordatlantik.

77. *Ditylum* Bail. (1861) (*Grymia* Bail.). Zelle zylindrisch bis prismatisch mit 2 Hörnern. Schale drei- bis mehreckig, Seiten undulierend, radial-strahlig punktiert, im Zentrum mit einem langen, am Ende offenen Horn. Schalendeckel oft mit drei- bis vieleckigem Stachelhörnchenkranz. Ringfläche (bisweilen) mit unregelmäßigen Querlinien (der Regel nach aber aus normalen schuppenförmigen Zwischenbändern aufgebaut).

3 Arten, marin. *D. Brightwellii* (West.) Grun. (Fig. 285 A), ozeanisch, weit verbreitet mit Hörnchenkranz am Schalenrand. *D. sol* Van Heurck (Fig. 285 B). Pacif. Ozean. Vgl. dagegen die Fig. 103 J, (nach Mangin) mit völlig normalen Zwischenbändern.

78. *Lithodesmium* Ehrenb. (1840). Zellen unvollkommen verkieselt. Durch eine Zellulosemembran (?) zu langen Ketten vereinigt. Schalenansicht 3eckig. Ecken mit starkem Stachel. Gürtelansicht mit unregelmäßigem Querstreifen (-Zwischenbänder, kurz, breit, schuppenförmig, seitlich auskeilend?).

6 Arten, marin und fossil, z. B. *L. undulatum* Ehrenb. (Fig. 286).

79. **Entogonia** Grev. (1863) (*Heibergia* Grev.). Schale 2—5, meist 3eckig; mit zahlreichen unvollständigen Längssepten, die auf dem Schalendeckel eine Dreieckszeichnung bewirken, mit radialen Rippen des Randteils, sonst wie *Triceratium*.

21 Arten, fossil, z. B. *E. pulcherrima* Grev. (Fig. 287).

80. **Triceratium** Ehrbg. (1840) (*Hydrosera* Wall., *Lampriscus* Grun., *Lamprotediscus* Pant., *Polyceratium* Cast., *Pseudococcinodiscus* Grun., *Pseudostictodiscus* Grun., *Trigonium* Cleve). Zellen frei oder angeheftet. Gürtelansicht rechteckig. Gürtelquerschnitt kreis-

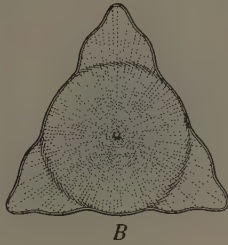
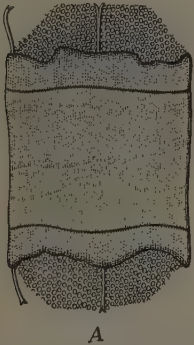


Fig. 286. *Lithodesmium undulatum* Ehrenb. A Gürtelansicht; B Schalenansicht (900/1). (Nach Van Heurck.)

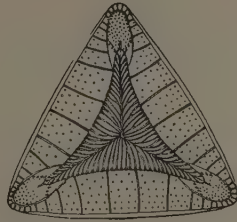


Fig. 287. *Entogonia pulcherrima* Grev. Schalenansicht. (Nach Grevill'e.)

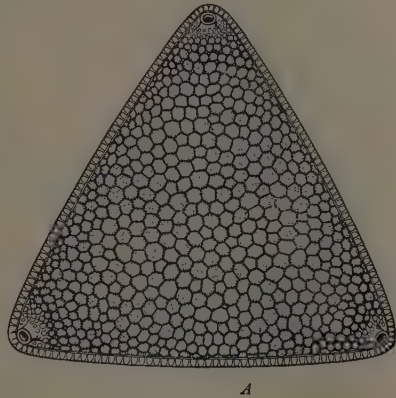


Fig. 288. A *Triceratium* (*Eutriceratium*) *distinctum* Janisch. Schalenansicht (450/1). — B *T. Biddulphia* Heib. Kette. (A nach A. Schmidt; B nach Heiberg.)

förmig bis polygonal. Schalenansicht 3- bis vieleckig. Ecken  $\pm$  ausgezogen, buckelig, ohne Stacheln oder Klauen. Schalendeckel ohne Dreieckszeichnung.

455 Arten, fast alle marin und fossil.

Untergatt. I. *Eutriceratium* De Toni. 360 Arten; Schalenansicht 3eckig. — *T. javus* Ehrenb., bekannteste Form mit kräftiger Schalenstruktur. *T. distinctum* Janisch (Fig. 288 A), *T. Biddulphia* Heib. (Fig. 288 B).

Untergatt. II. *Amphitetras* Ehrenb. Zelle ist ein Würfel oder vierseitiges Prisma. Schalenansicht: Viereck; Ecken gebuckelt-gehörnt. Schalenstruktur: areoliert bis punktiert areoliert. Gürtelband weitläufig areoliert. Zellen mit je 2 Diagonalecken durch Gallertpolster zu Ketten verbunden. Grenze gegen *Eutriceratium* unsicher und wenig natürlich. — 70 Arten, marin und fossil; *T. antediluviana* Ehrenb. (Fig. 289), kosmopolitisch (Fig. 133, 159).

Untergatt. III. *Amphipentas* Ehrenb. Wie *Amphitetras*, doch Schalenansicht: Fünfeck. Ecken gebuckelt-gehört. Gürtelband punktiert. Schale areoliert. Grenze gegen *Eutriceratium* unsicher. — 16 Arten, marin und fossil; *T. alternans* Ehrenb. (Fig. 290 A) im Mittelmeer und Atlantik. *T. quinquelobatum* (Grev.) De Toni (Fig. 290 B).

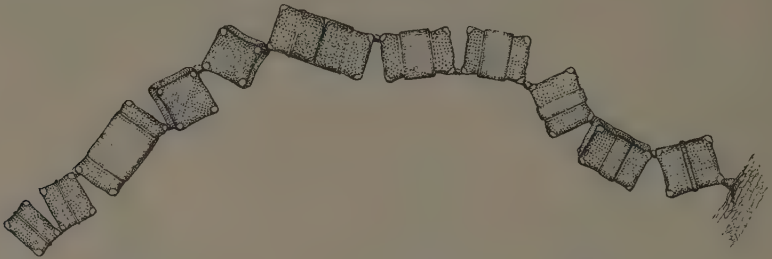
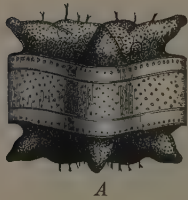
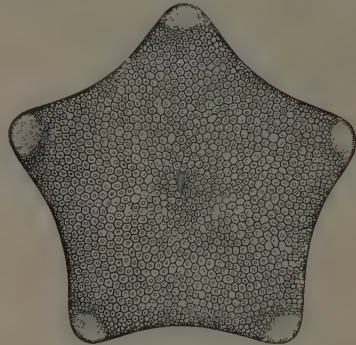


Fig. 289. *Triceratium* (*Amphitetras*) *antediluviana* Ehrenb. Kette (100/1). (Nach W. Smith.)

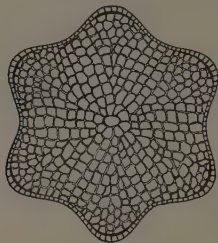


A

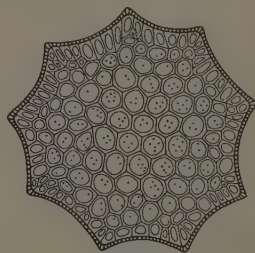


B

Fig. 290. A *Triceratium* (*Amphipentas*) *alternans* Ehrenb. Gürtelansicht. — B *T.* (*Amphipentas*) *quinquelobatum* (Grev.) De Toni. A nach Wallich; B nach A. Schmidt.)



A



B

Fig. 291. A *Triceratium* (*Nothoceratium*) *reticulatum* Grev. Schalenansicht. — B *T.* (*Noth.*) *insutum* Castr. Schalenansicht (195/1). (A nach Greville; B nach Castracane)

Untergatt. IV. *Nothoceratium* De Toni (*Grovea* A. Schm.). Schalen 6- bis mehr-eckig, sonst wie *Triceratium*. Bindeglied zu den *Eupodisceae*. — 9 Arten, marin und fossil; *T. reticulatum* Grev. (Fig. 291 A), *T. insutum* Castr. (Fig. 291 B).

81. **Tribrachia** A. Mann (1927). Lang-zylindrisch geformte Zellen mit sehr undeutlicher Schalen- und Gürtelbandzeichnung. Die drei Ecken zu langen, gebogenen und

in der Mitte der Schalenentfernung sich verschlingenden Armen ausgezogen. Arme vermutlich nicht massiv, sondern hohl, und Plasmaverbindungen aufnehmend, wie bei *Sceletonema* und *Stephanopyxis* (Fig. 292).

### A. III. 6. c. *Biddulphiaceae*-*Biddulphioidae*-*Biddulphiiceae*.

Zellen büchsenförmig mit elliptischem Querschnitt. Schalen pseudozygomorph, mit 2, meist rundlichen Buckeln an dem Schalenrand. Buckel ohne Klauen. Buckel bisweilen auf stumpfe Ecken reduziert. Bisweilen daneben 2 oder mehr Stacheln oder stachelähnliche Auswüchse. Panzer meist stark strukturiert. Schalenoberfläche bisweilen mit tiefen, transversalen Tälern. Zellen mit den Buckeln oft mittels Gallertpolster zu geraden oder Zickzackketten verbunden. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen.



Fig. 292. *Tribrachia pellucida* A. Mann. 410/1. (Nach A. Mann.)

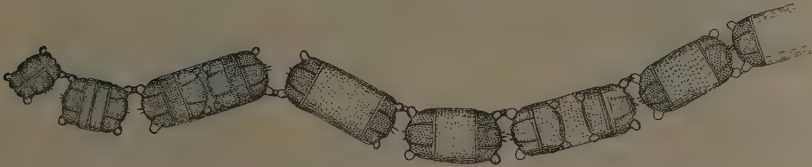


Fig. 293. *Biddulphia* (*Eubiddulphia*) *pulchella* Gray, Kette (100/1). (Nach W. Smith.)

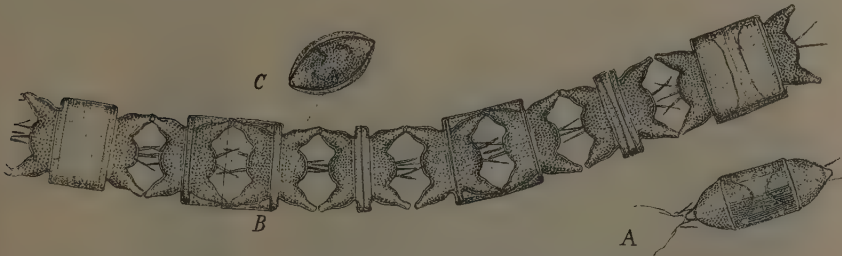


Fig. 294. *Biddulphia* (*Odontella*) *aurita* (Lyngb.) Bréb. A Zelle nach der Teilung; B Kettenbildung; C Schalenansicht (400/1). (Nach W. Smith.)

- A. Buckeln entwickelt, bisweilen kurz, kräftig, hornartig . . . . . 82. *Biddulphia*.
- B. Buckeln reduziert oder ganz fehlend, mit dünneren Hörnchen.
  - I. Pole mit je 1 Stachel oder Fadenhörnchen ohne Endverbreiterung . . . 83. *Zygoceros*.
  - II. Schale mit 2 diagonal gestellten, schlanken Hörnchen mit Endverbreiterung . . . 84. *Kittonia*.
  - III. Buckel flach kreisförmig, diagonal seitlich an den Schalenenden . . . 85. *Huttoniella*.
  - IV. Buckel 2 niedrige mediane Randhügel. Schalenzentrum genabelt . . . 86. *Argonauta*.
  - V. Buckel flach, durch eine tiefe genabelte mediane Furche getrennt . . . 87. *Henshawia*.

82. *Biddulphia* Gray (1831) (*Insulella* Ehrb.). Zellen büchsenförmig. Querschnitt elliptisch bis fast kreisförmig. Schalen meist kräftig gewölbt, bipolar, jeder Pol mit einem stumpfen Buckel oder einem kurzen, kräftigen Horn. Hörner rund endigend oder stumpf abgeschnitten. Schalen häufig mit einzelnen kräftigen Stacheln,  $\pm$  diagonal zu den Buckeln. Zellen frei oder mit allen Hörnern zu geraden Ketten, oder mit je einem Horn jeder Schale mittelst Gallertpolster zu Zickzackketten verbunden. Membran stark verkieselt, auch in Gürtelansicht kräftig strukturiert. Mikrosporenbildung bei mehreren Arten festgestellt (vgl. Fig. 154 und 157, 168, 169).

Sekt. I. *Eubiddulphia* Gray. Zellen mit kräftigen, dicken, rundlich endigenden, bis zum Scheitel punktierten Hörnern. Schale mit transversalen Rippen oder Falten. — 44 Arten, marin und fossil; *B. pulchella* Gray (Fig. 293), im Atlantik verbreitet.

Sekt. II. *Odontella* Ag. (*Cerataulus* Ehrenb., *Denticella* Ehrenb., *Pleurosira* Menegh., *Ploiaria* Pant.). Zellen mit 4 kurzen, stumpfen Hörnern. Schalenansicht gestreckt elliptisch (Subsekt. I. *Denticella* Ehrenb.) bis kreisförmig (Subsekt. II. *Cerataulus* Ehrenb.), ohne Transversalrippen. Hörner stumpf abgeschnitten, von ähnlicher Oberflächenstruktur wie die Schalenfläche. Schale meist 2 bis mehr Stacheln, oft diagonal zu den Hörnern, dem Zentrum genähert oder entfernt. — 81 Arten, marin und fossil; z. B. *B. aurita* (Lyngb.) Bréb. (Fig. 294) im Atlantik; *B. Smithii* (Rop.) van Heurck in der Nordsee und dem Atlantik.

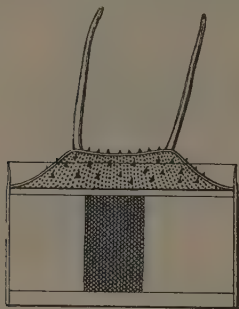


Fig. 295. *Zygoceros circinum* Bail.  
(Nach Van Heurck.)

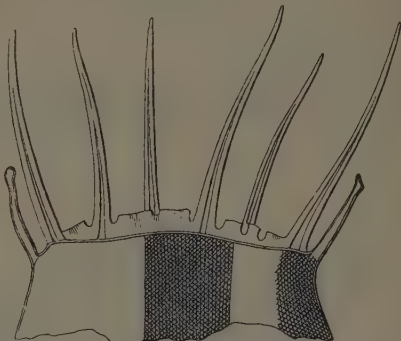


Fig. 296. *Zygoceros (Odontotropis) longispinum* Grun.  
Schalenfragment von der Gürtelseite (900/1).  
(Nach Van Heurck.)



Fig. 297. *Kittonia elaborata* Grove et Sturt (375/1).  
(Nach Grove und Sturt.)



Fig. 298. *Huttoniella alternans* Grove et Sturt.  
Schalenansicht (500/1). (Nach Grove und Sturt.)

83. *Zygoceros* Ehrbg. (1840). Zellen *Biddulphia*-ähnlich, doch die Buckel reduziert, bisweilen durch Ecken markiert. An den Polen je ein stachelartiges oder fadenartiges Hörnchen, Schale mit oder ohne stachelbesetzten Kiel.

Sekt. I. *Euzygoceros* (Ehrenb.) Grun. Buckel zu stumpfen Ecken reduziert, mit langen Stacheln oder kurzen, stachelartigen oder fadenartigen Hörnern an den Polen, ohne stachelbesetzten Kiel. — 10 Arten, marin und fossil; *Z. circinum* Bail. (Fig. 295), fossil.

Sekt. II. *Odontotropis* Grun. Schale mit 2 kurzen, fadenartig dünnen Hörnern, die durch einen glatten oder gezähnten, mit langen Stacheln besetzten Kiel verbunden sind. — 7 Arten, fossil; z. B. *Z. cristatum* (Grun.), fossil; *Z. longispinum* (Grun.) (Fig. 296).

84. *Kittonia* Grov. et St. (1887). Schalen elliptisch, *Biddulphia*-ähnlich; mit gestielten Fortsätzen, diese plötzlich endigend in knoten-, scheiben-, becherförmige Verbreiterung. Oberfläche zellulär, aber ohne Endkrallen oder -haken.

3 Arten, fossil; z. B. *K. elaborata* Grove et Sturt (Fig. 297) in Neuseeland.

85. **Huttoniella** (*Huttonia* Grov. et St. [1887]) G. K. (1928). Schale *Biddulphia*-artig, mit 2 alternierend seitlich von den Enden sitzenden, augenartigen Buckeln (Ocellis).

4 Arten, marin und fossil; *H. alternans* Grove et Sturt (Fig. 298).

86. **Argonauta** (*Grayia* Brun. et Grov. [1892]) G. K. (1928). Zellen zu kurzen Ketten verbunden. Schale breit-elliptisch mit buckelartig gewölbtem Mittelteil. Zentrum genabelt,

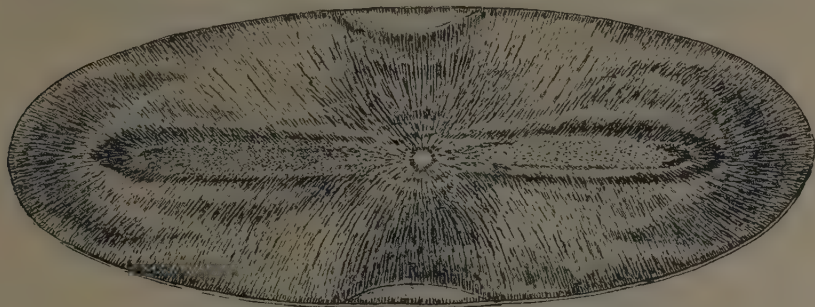


Fig. 299. *Argonauta Grayii* (Brun. et Grove) G. K. Schalenansicht. (Nach Van Heurck.)

oft mit einem kleinen, linearen bis fast rhombischen Hof. Streifung zart, fein punktiert, am Nabel ausstrahlend. Gürtelansicht zeigt undulierte Schalen, deren Rand und Mitte erhaben. Gürtelband fein punktiert.

1 fossile Art, *A. Grayii* (Br. et Gr.) G. K. (Fig. 299).

87. **Henshawia** A. Mann (1927). Schale von elliptischem Umriß, in der Mitte eine tiefe Furche, auf deren Grund ein kleiner runder Nabel oder Rosette ovaler Punkte. Durch

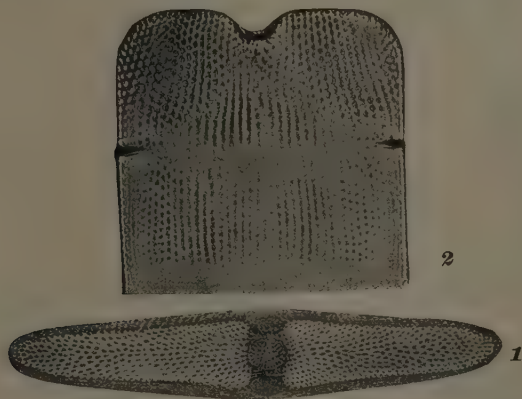


Fig. 300. *Henshawia biddulphioides* A. Mann. 1 Schalenansicht (450/1). 2 Gürtelansicht (500/1). (Nach A. Mann.)

die Furche wird die Schale in zwei symmetrische Teile zerlegt, die mit stumpfer Rundung enden. Sie sind mit scharfen, radial von der Furche ausstrahlenden Punktreihen gezeichnet. Die Gürtelansicht zeigt, daß die beiden durch die Furche getrennten Enden oben abgeflacht sind. Die ganze Gürtelseite wird von geraden Reihen grober, dichtstehender runder Punkte bedeckt, die sich auch quer über das Gürtelband fortsetzen.

1 Spezies, Philippinen, marin.

A. III. 6. d. **Biddulphiaceae-Biddulphioidae-Isthmieae.**

Zellen büchsenförmig, etwas länger als breit, von elliptischem Querschnitt. Schalen sehr ungleich, jede mit einem polaren, stumpfen Buckel, von denen der eine höher als der andere. Gürtelband kräftig strukturiert. Zellen am spitzen Buckel mittelst Gallertpolster festgeheftet, bäumchenartige Kolonien bildend.

88. *Isthmia* Ag. (1830) (*Isthmiella* Cleve). Zelle meist länger als dick und breit. Sagittalschnitt meist nach Längs- und Transversalachse unsymmetrisch, trapezförmig oder

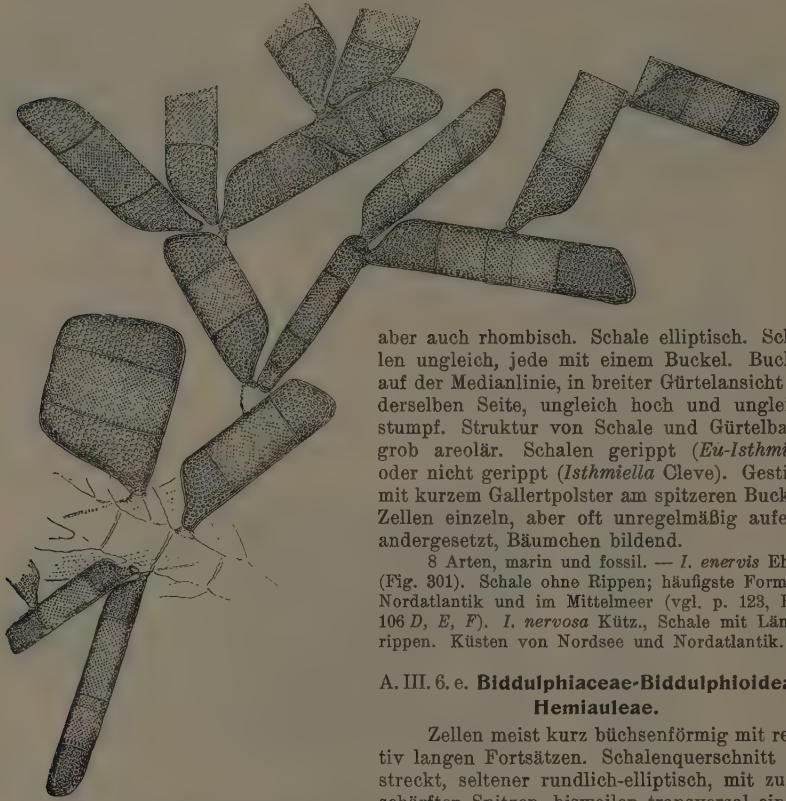


Fig. 301. *Isthmia enervis* Ehrenb.  
(Nach W. Smith.)

aber auch rhombisch. Schale elliptisch. Schalen ungleich, jede mit einem Buckel. Buckel auf der Medianlinie, in breiter Gürtelansicht an derselben Seite, ungleich hoch und ungleich stumpf. Struktur von Schale und Gürtelband grob areolär. Schalen gerippt (*Eu-Isthmia*), oder nicht gerippt (*Isthmiella* Cleve). Gestielt mit kurzem Gallertpolster am spitzeren Buckel. Zellen einzeln, aber oft unregelmäßig aufeinander gesetzt, Bäumchen bildend.

8 Arten, marin und fossil. — *I. enervis* Ehrb. (Fig. 301). Schale ohne Rippen; häufigste Form in Nordatlantik und im Mittelmeer (vgl. p. 123, Fig. 106 D, E, F). *I. nervosa* Kütz., Schale mit Längsrippen. Küsten von Nordsee und Nordatlantik.

A. III. 6. e. **Biddulphiaceae-Biddulphioidae-Hemiauleae.**

Zellen meist kurz büchsenförmig mit relativ langen Fortsätzen. Schalenquerschnitt gestreckt, seltener rundlich-elliptisch, mit zugeschärften Spitzen, bisweilen transversal eingezogen, mit oder ohne transversale Falten oder Rippen, oder 3- bis vieleckig. Jede Ecke mit einem längsgerichteten, schlanken Horn, das

am Ende einen Sporn oder eine Klaue trägt. Zellen mit allen Hornenden zu Ketten verwachsen, wobei die Klauen als Verbindungszapfen dienen.

- A. Schalenquerschnitt kreisförmig, auf der Schalenfläche 2 ganz kurze, abgestutzte Hornrudimente **89. Cerataulina.**
- B. Schalenquerschnitt flach elliptisch, 3- oder vieleckig. Hörnchen so viele als Pole, an den Ecken entspringend, kräftig, oft lang . . . . . **90. Hemiaulus.**
- C. Hörner auf der Schalenfläche dem Zentrum genähert entspringend, lang . **91. Ceratophora.**

89. **Cerataulina** Peragallo (1892). Zellen lang zylindrisch; Membran schwach verkieselt. Schalendeckel mit 2 kleinen Auswüchsen, ähnlich wie *Cerataulus*. Jeder Aus-

wuchs mit feinem Stachel. Gürtelband mit zahlreichen Querringen (Zwischenbändern?). Zellen zu Ketten verbunden. *Cerataulina* ist Bindeglied zwischen *Hemiaulus* und den *Lauderiineae*.

1 marine Art, *C. Bergonii* Perag. (Fig. 302).

90. *Hemiaulus* Ehrb. (1844) (*Ploiaria* Pant.). Zellen meist kurz büchsenförmig, mit relativ langen polaren Fortsätzen. Schale bi- bis multipolar. Querschnitt daher elliptisch bis vieleckig. Bipolare Schalen meist nach den Polen zugespitzt, bisweilen seitlich zu

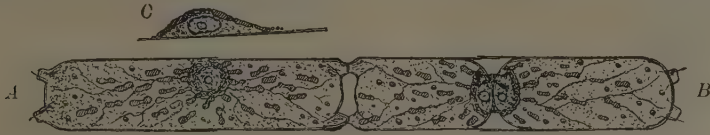


Fig. 302. *Cerataulina Bergonii* Perag. Kette. A Zelle vor, B nach der Teilung; C Zellkern, der Wand anlegend. (Nach Schütt.)

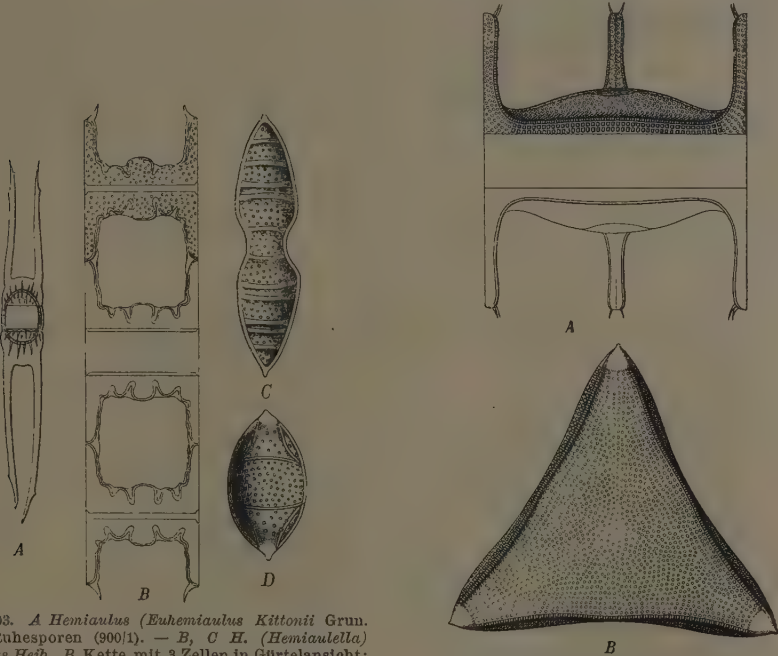


Fig. 303. A *Hemiaulus* (*Euhemiaulus* *Kittonii* Grun. mit Ruhesporen (900/1). — B, C H. (*Hemiaulella*) *Proteus* Heib. B Kette mit 3 Zellen in Gürtelansicht; C Schalenansicht. — D H. (*Hemiaulella*) *hostilis* Heib. Schalenansicht. (A nach Van Heurck; B—D nach Heiberg.)

Fig. 304. *Hemiaulus* (*Trinacria*) *regina* Heib. A Gürtelansicht; B Schalenansicht. (Nach Heiberg.)

lanzettlichem Umriß zusammengedrückt, bisweilen in der Mitte bisquitähnlich zusammengezogen. Jeder Schalenpol mit einem kurzen oder schlanken längsgerichteten Hörnchen. Jedes Horn am Ende mit klauenähnlichem Dorn, der als Zapfen dient, um die Zellen zu Ketten zusammenzuhalten. Zellen der Ketten mit den Hornenden verbunden. Schalenoberfläche bisweilen mit Rippen oder Falten, die senkrecht zu den Hauptradien verlaufen, d. h. bei bipolaren Schalen transversal laufen, der Schale ein pseudozygomorphes Gepräge verleihend. Ruhesporen: kurze, 2schalige, dickwandige Büchsen mit abgerundeten, bedornen oder bestachelten, nicht gehörnten Endflächen.

73 Arten, marin, meist fossil.

Untergatt. I. *Euhemiaulus* De Toni.

Sekt. I. *Euhemiaulus* D. T. Schalendeckel ohne transversale Einschnürungen oder Rippen (Septen). — *H. Kittoni* Grun. (Fig. 303 A), fossil, mit langen Hörnern.

Sekt. II. *Hemiaulella* D. T. Schalendeckel mit mehr oder minder tiefen, transversalen Falten oder Septen. — *H. Proteus* Heib. (Fig. 303 B, C) in der Ostsee, mit kurzen Hörnern und tiefen, transversalen Falten. *H. hostilis* Heib. (Fig. 303 D).

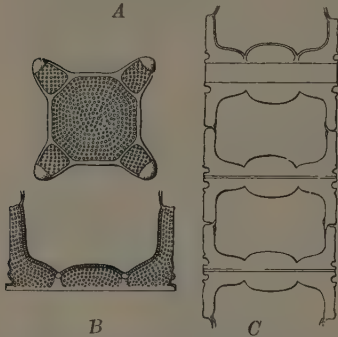


Fig. 305. *Hemiaulus (Solium) exsculptus* (Heib.). A Schale in Schalen-, B in Gürtelansicht; C Schema der Kettenbildung, 3 Zellen in Gürtelansicht. (Nach Heiberg.)

Sekt. III. *Corinna* Heib. Pole der Schale ungleich, das eine Horn länger als das andere, Kette daher nicht gerade, sondern schraubig. — *H. elegans* (Heib.).

Untergatt. II. *Trinacria* Heib. Zellquerschnitt 3eckig. Jede Schale mit 3 gleichlangen Längshörnern. Rand geperlt, Ecken glatt; Hornenden mit 2 Stacheln. Von *Hemiaulus* nur unterschieden durch die Tripolarität der Schalen. — 24 Arten, marin und fossil, z. B. *H. regina* (Heib.) (Fig. 304), marin, Franz-Josephs-Land.

Untergatt. III. *Solium* Heib. Zelle mit 8 Längshörnern. Querschnitt quadratisch bis rhombisch, mit gestreckten Hörnern an den Schalenecken. Hornenden mit Stacheln. Mit den Hornenden zu Ketten verwachsen. Hornwurzel durch je ein Längsseptum von der Schalenfläche getrennt. — 2 Arten, marin und fossil z. B. *H. exsculptus* (Heib.) (Fig. 305) in der Ostsee.

91. *Ceratophora* Pant. (1889). Schalen *Biddulphia*-ähnlich mit 2 starken, langen, gebogenen, meist gegabelten Hörnern. Schalenansicht elliptisch, rauh. Hornwurzeln dem Schalenzentrum genähert.

2 fossile Arten, *C. nitida* Pant. (Fig. 306 A) und *C. robusta* Pant. (Fig. 306 B), beide fossil in Ungarn.

A. III. 7. *Biddulphiaceae-Anauloideae*.

Zellen büchsenförmig. Schalen pseudozygomorph, von zentrischem Grundtypus abgeleitet, bipolar; Querschnitt elliptisch-langgestreckt, stabförmig. Schalenstruktur radiär



Fig. 306. A *Ceratophora nitida* Pant. Schalenansicht (Fragment) (400/1). — B *C. robusta* Pant. Schalenfragment, schräg gesehen (300/1). (Nach Pantocsek.)

oder regellos. Die Schalenpole mit Neigung zur Buckelbildung. Buckel immer sehr flach oder bei anderen auf einfache Ecken reduziert. Schale mit tief ins Innere vordringenden Transversalsepten.

A. Transversalsepten ebenflächig, nicht in die Querebene umgebogen.

a. Medianlinie gerade . . . . . 92. *Anaulus*.

## b. Medianlinie gekrümmt.

1. Schalen C-förmig gekrümmt . . . . . 93. *Eunotogramma*.  
 2. Schalen S-förmig gekrümmt . . . . . 94. *Helminthopsis*.

## B. Transversalsepten in die Querebene umgebogen.

- a. Umgebogener Teil kopfig, nicht flächenhaft ins Querseptum übergehend; in Gürtelansicht erscheinen die Septen wie Noten . . . . . 95. *Terpsinoe*.  
 b. Umgebogener Teil flächenhaft zum Querseptum ausgedehnt . . . . . 96. *Porpeia*.

92. *Anaulus* Ehrb. (1844). Zelle ohne Hörner, im Sagittalschnitt rechteckig. Querschnitt elliptisch. Ellipse oft transversal zusammengedrückt oder eingeschnürt. Schale

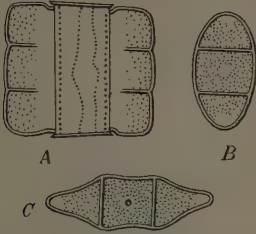


Fig. 307. A, B *Anaulus mediterraneus* Grun. A Gürtelansicht; B Schalenansicht. — C *A. birostratus* Grun. Gürtelansicht (900/1). (Nach Van Heurck.)

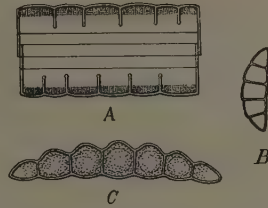


Fig. 308. A, B *Eunotogramma laevis* Grun. A Gürtelseite; B Schalenseite. — C *E. variabilis* Grun. Schalenseite (900/1). (Nach Van Heurck.)

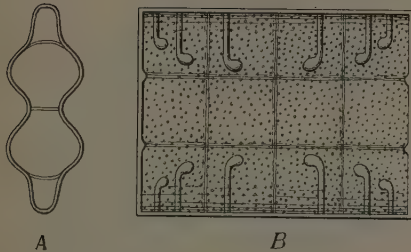


Fig. 309. *Terpsinoe musica* Ehrenb. A Schalenansicht B Gürtelansicht (Schalenseite oben). (Nach Griffith-Henfrey.)

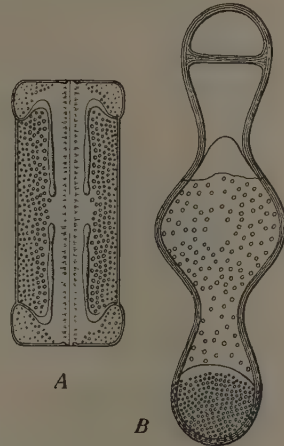


Fig. 310. A *Porpeia quadriceps* Bail. Gürtelansicht. — B *P. quadrata* Grev. Schalenansicht (900/1). (A nach Greville; B nach Van Heurck.)

symmetrisch mit 2 Transversalsepten. Septen in Schalenansicht als Transversalbalken, in breiter Gürtelansicht als kurze, blind endigende Längsbalken erscheinend. Schalen punktiert; Punkte oft leicht radialstreifig.

8 Arten, marin und fossil, z. B. *A. mediterraneus* Grun. (Fig. 307 A, B) im Mittelmeer, mit elliptischer Schale ohne Zentralknoten, mit Zentralfleck. — *A. birostratus* Grun. (Fig. 307 C) im Mittelmeer und Pazifik; Schale mit Zentralknoten und geschnäbelten Enden.

93. *Eunotogramma* Weisse (1854). Zelle wie *Anaulus*, doch Schalen unsymmetrisch. Querschnitt wie *Eunotia*. Schale mit 2 bis zahlreichen Transversallängssepten.

8 Arten, marin und fossil. *E. laevis* Grun. (Fig. 308 A, B), *E. variabilis* Grun. (Fig. 308 C).

94. **Helminthopsis** H. v. H. (1892). Schalen stark verlängert, mit zugespitzten, S-artig nach verschiedenen Richtungen gebogenen Enden. Durch Transversalsepten in rundliche Abteilungen geteilt. Schalenoberfläche punktiert. Punkte klein, aber sehr deutlich und zerstreut.

1 fossile Art: *H. Weißlogii* Van Heurck.

95. **Terpsinoe** Ehrb. (1843) (*Hydrosera* Wall., *Pleurodesmium* Kütz., *Tetragramma* Bail.). Habitus von *Anaulus*. Gürtelansicht rechteckig. Zelle nach der Transversalachse zusammengedrückt, in Gürtelansicht mit Tälern parallel der Längsachse. Schalen symmetrisch nach dem Sagittalschnitt, mit  $\pm$  zahlreichen, flachen bis tiefen Einschnürungen oder Undulationen und Transversalsepten, die, tief ins Innere hineinreichend, unvollkommene Längswände bilden, am Ende verdickt und wenig nach innen umgebogen, in Gürtel-

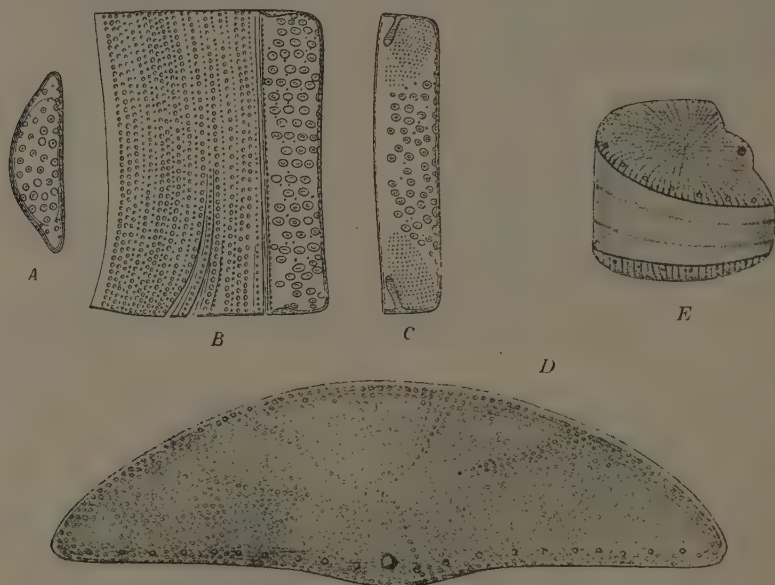


Fig. 311. A—C *Dichomeris (Leudugertia) Janischii* Grun. A Schalenansicht; B Gürtelansicht, Schale mit Zwischenbändern und einem Gürtelband; C Schale mit Septum (475/1). — D, E *D. (Hemidiscus) cuneiformis* Wall. D Schalenansicht; E schmale Gürtelansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

ansicht das Bild von Noten mit umgebogenen Köpfen gebend. Zellen einzeln oder durch Gallertpolster an den Schalenecken zu Zickzackketten verbunden (*Pleurodesmium* Kütz.), oder mit den Schalendeckeln in der Sagittallinie zu Bandketten verwachsen (*Euterpsinoe*).

15 Arten genannt, im Süßwasser, marin, rezent und fossil. — *T. musica* Ehrenb. (Fig. 309), Mittelmeer, trop. Atlantik, mit zahlreichen Septen. *T. americana* (Bail.) Ralfs in Nordamerika, mit 2 Septen.

96. **Porpeia** Bail. (1861). Zellen transversal-symmetrisch zusammengedrückt. Schalenansicht oblong mit 2 seitlichen Einschnürungen, Mitte und Enden geschwollen. Gürtelansicht rechteckig mit gewölbten Ecken. Schale mit 2 Septen, anfangs parallel dem Transversallängsschnitt, dann in den Querschnitt nach innen umbiegend.

4 Arten, marin und fossil, z. B. *P. quadriceps* Bail. (Fig. 310 A) im Golfstrom, *P. quadrata* Grev. (Fig. 310 B).

### A. III. 8. Biddulphiaceae-Euodioidae.

Schalenumriß halbmondartig gebogen, zur Transversalachse symmetrisch. Oberflächenstruktur ohne Beziehung zur Symmetrieebene oder zu den Haupttradien. Gürtel-

ansicht verlängert durch ringförmige Zwischenbänder. Zelle oft mit Quersepten, ohne Transversalsepten.

97. *Dichomeris* Ehrb. (1861) (*Euodia* Bail., *Eunotiopsis* Grun., *Hemidiscus* Wallich). Zelle in Schalenansicht halbmondförmig bis bogenförmig, areoliert oder granuliert. Ventraler Rand bisweilen mit einem Scheinknoten in der Mitte. Gürtelansicht rechteckig-keilförmig, mit Zwischenbändern und Septen, oder ohne Zwischenbänder.

17 Arten, marin und fossil.

Sekt. I. *Leudugeria* Temp.

Schale mit großen, zerstreuten Kreisareolen, ohne Knoten, mit Zwischenbändern und Septen. *E. Janischii* Grun. (Fig. 311 A–C).

Sekt. II. *Hemidiscus*

Wall. Schale mit Knoten und feiner Areolenpunktstruktur. Ohne Zwischenbänder und Septen. *E. cuneiformis* Wall. (Fig. 311 D, E).

Sekt. III. *Palmeria* Grev.

Schalenrand mit einer Reihe kleiner Stacheln als Ausgangspunkt von starken, radialen, zentripetalen Streifen. Zentrum strukturos.

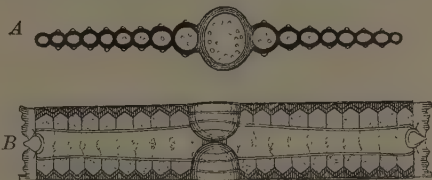


Fig. 312. *Pseudorutilaria monile* Grove et Sturt. A Schalenansicht; B Gürtelansicht von 2 Schalen benachbarter, zusammenhängender Zellen (500/1). (Nach Grove und Sturt.)

#### A. IV. 9. Rutilariaceae-Rutilarioideae.

Zellen im Schalenumriß *Navicula*-ähnlich, Schalenumriß bilateral symmetrisch zu Sagittal- und Transversalachse, jedoch ohne Raphe und Pseudoraphe, im Zentrum ohne echte Knoten, aber zuweilen mit einer eigenartigen äußeren Verdickung, am Rande mit Stacheln. Struktur radiär oder regellos, nicht fiederig zur Medianlinie.

A. Schale in eine sagittale Reihe von rundlichen Abteilungen gegliedert 98. *Pseudorutilaria*.

B. Schale einheitlich, nicht in Abteilungen gegliedert, mit radiärer Oberflächenstruktur und gewundenem, zentralem Fortsatz . . . . . 99. *Rutilaria*.

C. Schale einheitlich, ohne Zentralfortsatz, Enden mit Kappen . . . . . 100. *Bacteriopsis*.

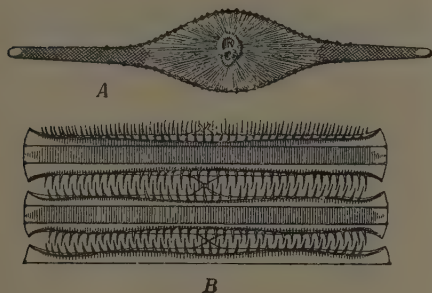


Fig. 313. A *Rutilaria edentula* Castr. Schalenansicht. B *R. superba* Grev. Gürtelansicht. — C *R. elliptica* Grev. Schale schräg längs gesehen (775/1). (A nach Castracane; B, C nach Greville.)

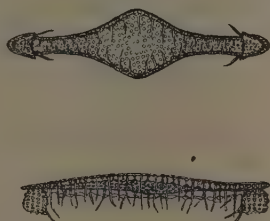


Fig. 314. *Bacteriopsis Bruni* (Van Heurck) G. K. A Schalen-, B Gürtelansicht. (Nach Van Heurck.)

98. *Pseudorutilaria* Grov. et St. (1886). Schale zusammengesetzt aus 8–11 aufgereihten, kreisförmigen oder nahezu kreisförmigen Abteilungen (Zellen); die mittelste ist am größten, nach den Enden zu nehmen sie allmählich an Größe ab. Jede Abteilung endet an beiden Seiten in kleine Spitzen, deren jede 1–2 Stacheln trägt. Mittelste Abteilung domförmig, Endabteilungen zum Fortsatz ausgezogen. Gürtelansicht rechteckig. Die Schalen hängen in der Mitte und am Ende zusammen, indem die Fortsätze ineinanderzugreifen scheinen wie bei *Hemiaulus*, während der Zwischenraum von den Stacheln eingenommen wird.

1 fossile Art, *P. monile* Grove et Sturt (Fig. 312).

99. **Rutilaria** Grev. (1863). (*Rutilariopsis* Van Heurck). Zellen viel breiter als lang, zu kurzen Ketten vereinigt. Schalen schiffchenförmig, an den Enden etwas erhaben, mit zahnartigen Stacheln umrandet; im Zentrum mit einem kurzen, knotenartigen, gewundenen oder höckerigen Fortsatz, mit dem die Nachbarzellen verwachsen und dadurch Ketten bilden.

14 Arten, marin und fossil; *R. edentula* Castr. (Fig. 313 A), *R. superba* Grev. (Fig. 313 B), *R. elliptica* Grev. (Fig. 313 C).

100. **Baxteriopsis** (*Bacteria* Van Heurck [1893]) G. K. (1928). Schalen in sagittaler Richtung langgestreckt; Mittelteil fast rhombisch, allmählich nach den Enden hin verjüngt; Enden abgerundet, verdickt; Struktur punktiert, fast areoliert; Gürtelansicht platt, am Rand mit zahlreichen Dornen. Enden mit stark vorspringenden, grob punktierten Kappen.

1 fossile Art, *B. Brunii* Van Heurck (Fig. 314).

## B. Pennales.

Der Schalenumriß kann elliptisch, langgezogen, keilförmig, konvex oder konkav gewölbt, tordiert, geflügelt sein, aber ist niemals zentrisch gebaut. Die Schalenstruktur bezieht sich demnach niemals auf einen Mittelpunkt, sondern stets auf eine Mittellinie, die *Mediane*, sei sie irgendwie deutlich herausgehoben oder nur als Verbindung der beiden Pole der Ellipse zu denken. Die Schalenzeichnung ist wohl immer in Form von Streifensystemen zu erkennen, die sich der Regel nach auf diese Mediane beziehen und daher rechtwinklig oder schiefwinklig zu ihr gerichtet den Eindruck einer Feder machen, worauf sich der Name zurückführen läßt.

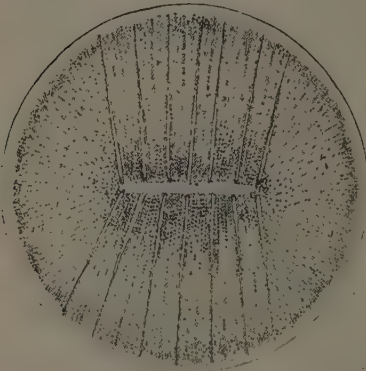


Fig. 315. *Stylobibulum divisum* Ehrenb. Schalenansicht. (Nach Van Heurck.)

Die Mediane ist bei den höher organisierten Formen als *Raphe* ausgebildet und dann mit einem *Mittelknoten* und zwei *Endknoten* ausgerüstet, zwischen denen sie als eine die Schale durchsetzende Spalte liegt und in der im allgemeinen Teil beschriebenen Art und Weise die Beweglichkeit der Naviculaceen im weitesten Sinne ermöglicht. Bei anders organisierten Zellen, den Nitzschien im weitesten Sinne, ist die Raphe völlig auf eine Schalenkante verschoben, oder in einem den Kanten aufgesetzten Flügel angebracht, wo sie mit zahlreichen Knoten, d. h. massiven Wandstellen, ausgesteift, als offener Kanal die

Berührung des Zellplasmas mit dem Medium vermittelt, und als *Kanalraphe* ebenfalls der Bewegung dient. Alle nicht mit einer Pinnularien- oder Kanalraphe versehenen Formen sind bewegungslos. Es ist in der Mehrzahl der Fälle wohl nicht eine Reduktion des früher funktionierenden Bewegungsorganes eingetreten, sondern die Formen haben die Bewegungsorgane noch nicht erworben, es sind nicht reduzierte, sondern rudimentäre Organe in der sogenannten Pseudoraphe der Fragilarioideen und dem »Raphenanfang« der Eunotioideen usw. zu sehen.

Die Chromatophoren sind in größter Mannigfaltigkeit, bald coccochromatisch, bald placochromatisch in einer Gattung wechselnd vorhanden, so daß darin kein Merkmal höherer oder niedriger Organisation gesehen werden darf. — Wie die Auxosporienbildung von der Bewegungsfähigkeit abhängt, so daß die beweglichen Formen wohl durchweg eine sexuelle Zygote in Ein- oder Mehrzahl bilden, aus der die Auxospore hervorgeht, während bei den bewegungslosen die Zellteilung den Ausgangspunkt der Auxosporienbildung darstellen muß, ist im allgemeinen Teil auseinandergesetzt. Ebenso bedürfen die Fälle  $\pm$  weit vorgeschrittener Apogamie hier keiner abermaligen Darstellung. Nur sei noch hervorgehoben, daß nach dem Vorbild derjenigen Formen, die mit sexueller Auxosporienbil-

dung begabt die Reduktionsteilung ihrer Gametenkerne vor der Vereinigung in der Zygote vornehmen, man die Pennatae als diploide Zellen auffassen muß, mit der einzigen haploiden Phase in den Gameten.

Die Einteilung der Pennatae ist bereits oben in den allgemeinen Zügen gegeben, so daß hier die speziellere Behandlung der Unterabteilungen und Gattungen folgt.

Durch das gemeinsame Merkmal der Septenbildung schließt die erste Gruppe der Tabellariaceen an die ebenfalls Septen führenden Anauloideen an, von allen sonstigen Unterschieden, die hervorgehoben sind, abgesehen.

## B. I. Araphideae.

### B. V. 10. a. *Fragilariaceae-Tabellarioideae-Tabellariaceae*.

Gürtelansicht rechtwinklig. Schalenansicht zum Sagittal- und Transversalschnitt symmetrisch, elliptisch-lineal, in der Mitte oft bauchig, nie keilförmig. Zelle mit Zwischenbändern mit 2 bis zahlreichen Quersepten. Chromatophoren zahlreich, körnig.

Schalen nicht gekammert; Rippen flach oder fehlend.

a. Zellen mit zahlreichen, flächenhaften Septen.

a. Schalen mit inneren, transversalen Rippen. Rippen flach. Gürtel mit zahlreichen, meist exzentrisch gefensterten Septen.

I. Schalen kreisförmig, mit breiter, auffallender Medianlinie . . . 101. *Stylobibulum*.

II. Schalen gestreckt, in der Mitte geschwollen, ohne auffallende Medianlinie

102. *Tetracyclus*.

β. Schalen ohne innere, transversale Rippen.

I. Zelle mit Quersepten, mit 1 oder mehreren Fenstern. Schale lanzettlich, kräftig, fast rippenartig, transversal gestreift. Gürtel längsgestreift . . . 103. *Rhabdonema*.

II. Nur Ecksepten vorhanden, abwechselnd in der einen und der anderen Ecke auftretend und nicht bis zur Mitte reichend . . . 104. *Tabellaria*.

b. Zelle mit 2 oder mehr leiterförmigen, bisweilen rudimentären Septen . . . 105. *Climacosira*.

c. Zellen mit 2 wenig gefensterten Septen. Septen unduliert, mit 1 zentralen Fenster

106. *Grammatophora*.

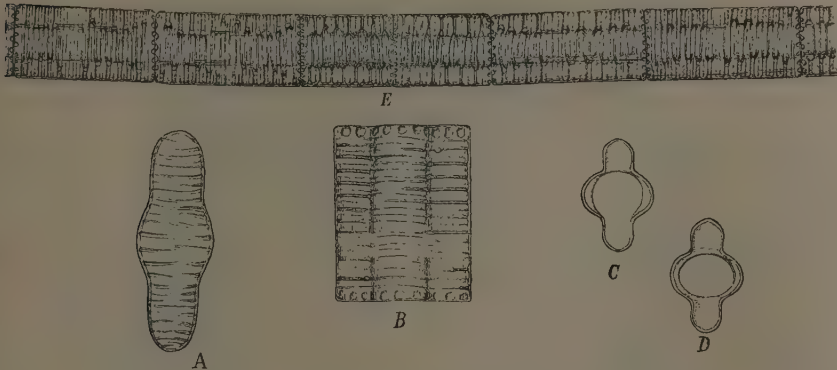


Fig. 316. *Tetracyclus lacustris* Ralfs. A Schalen-, B Gürtelansicht; C, D Zwischenbänder in Schalenansicht; E Stück einer Kette. (A—E nach Smith.)

101. *Stylobibulum* Ehrb. (1845). Zellen frei, zylindrisch, mit zahlreichen Quersepten. Schalenumriß kreisförmig mit Transversalrippen, ohne Knoten.

4 fossile Arten, z. B. *S. divisum* Ehrenb. (Fig. 315).

102. *Tetracyclus* Ralfs (1842) (*Bibliarium* Ehrb., *Eutetracyclus* Ralfs, *Gomphogramma* A. Br., *Castracania* De Toni, *Salacia* Pant.). Zellen tafelförmig zu Bändern verbunden mit zahlreichen Zwischenbändern und einmal durchbohrten Quersepten, die in Gürtelansicht als am Ende verdickte Rippen erscheinen. Gürtelansicht rechteckig. Schalen-

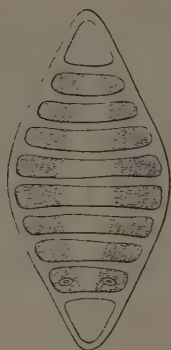


Fig. 317. *Tetracylus ellipticus* (Ehrenb.) Grun.  
(Nach Pantocsek.)

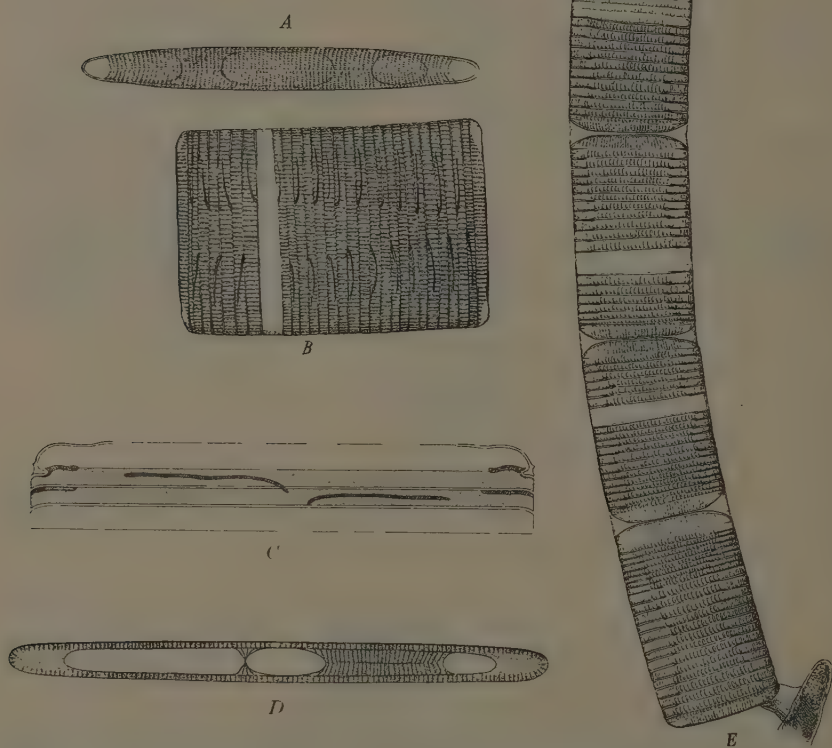


Fig. 318. A—D *Rhabdonema adriaticum* Kütz. A Zelle in Schalen-, B in Gürtelansicht; C halbe Zelle im Sagittalschnitt, jung, nur mit 2 Zwischenbändern; D Zwischenband in Schalenansicht. — E *R. arcuatum* (Lyngb.) Kütz. Kette. (A, B, D, E nach Smith, 400/1; C nach O. Müller.)

ansicht im Mittelteil  $\pm$  geschwollen, mit spärlichen Transversalrippen, ohne Knoten. Chromatophoren: körnig zerstreut. Zur Fig. 317 vgl. A. S. Atlas (1) Taf. 281.

Kein Unterschied der Struktur zwischen Polfeldern und den intermediären Teilen der Schale. — 10 Arten. Süßwasser. Fossil. *T. lacustris* Ralfs (Fig. 316). *T. ellipticus* (Ehrenb.) Grun. Fig. 317.

103. **Rhabdonema** Kütz. (1844). Zellen tafelförmig, zu festgewachsenen Bändern verbunden. Endzelle des Bandes mittelst Gallertpolster mit einer Ecke am Substrat befestigt. Schalenansicht elliptisch oder linearlanzettlich, mit meist kaum zu erkennender Pseudoraphe und transversalen, kräftigen Perlschnurstreifen oder Rippen. Pole meist glatt. Zwischenbänder zahlreich, im ausgewachsenen Zustande in jeder Zellhälfte bis 28, während des Längenwachstums in beiden Zellhälften oft verschieden an Zahl, mit Längsriefen, mit Quersepten. Septen gerade oder wenig gebogen. Septen ein großes Fenster bildend, kurz oder lang, mit Transversalriefen, gebogen, 2—3 Fenster bildend. Chromatophoren: körnig zerstreut. Auxosporen in Ein- oder Zweizahl asexuell in Verbindung mit einer Zellteilung gebildet.

14 Arten, durchweg marin oder fossil. — **A.** Septen mit 1 Fenster; Fenster zentral: *R. arcuatum* (Lyngb.) Kütz. (Fig. 318 E), Ostsee; Fenster abwechselnd am einen oder anderen Ende: *R. minimum* Kütz. — **B.** Septen mit 3 Fenstern: *R. adriaticum* Kütz. (Fig. 318 A—D), (Fig. 103, 179).

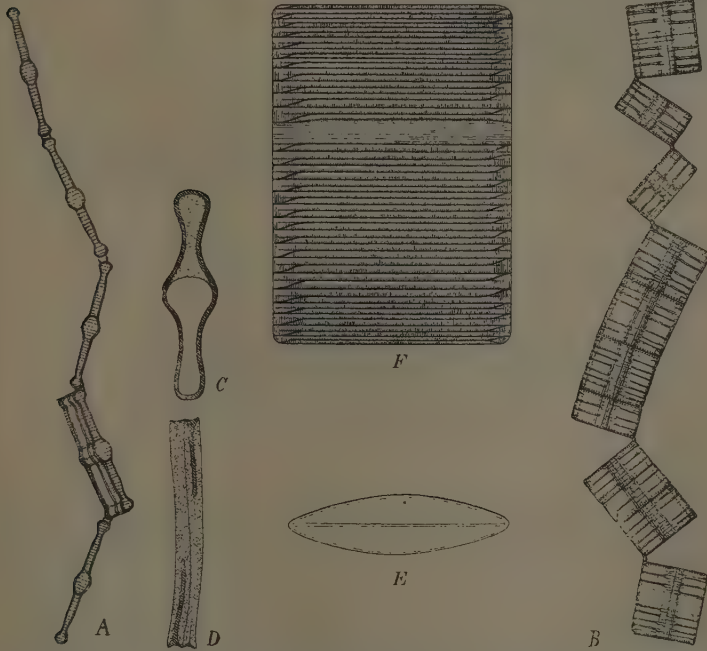


Fig. 319. *A* *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. Kette in Schalenansicht. — *B—D* *T. flocculosa* (Roth.) Kütz. *B* Kolonie in Gürtelansicht (400/1); *C* Zwischenband in Schalenansicht; *D* Sagittalschnitt durch 2 benachbarte Zwischenbänder. — *E, F* *T. (Striatella) unipunctata* Ag. *E* Schalen-, *F* Gürtelansicht (450/1). (*A, B, E* nach W. Smith; *C, D* nach O. Müller; *F* nach Van Heurck.)

104. *Tabellaria* Ehrb. (1839). Zellen tafelförmig, angewachsen, durch Gallertpolster zu Zickzackketten verbunden. Endzellen mittelst Gallertpolster mit einer Ecke am Substrat befestigt. Sagittalschnitt rechteckig. Zwischenbänder in jeder Zellhälfte 2 bis viele, fast eben, jedes mit Septum. Septum eben, im Zentrum gefenstert, oder meist nur in einer Seite, d. h. vom Pol bis Zentrum ausgebildet, am anderen Pol fehlend oder rudimentär. Ausbildung bei aufeinanderfolgenden Zellen alternierend. Schale ohne Pseudoraphe und ohne Knoten. Querschnitt lineal, in der Mitte und den beiden Enden  $\pm$  verdickt. Oberfläche transversal gestreift, nicht gerippt. Chromatophoren körnig. Auxosporen 2 aus einer Mutterzelle?

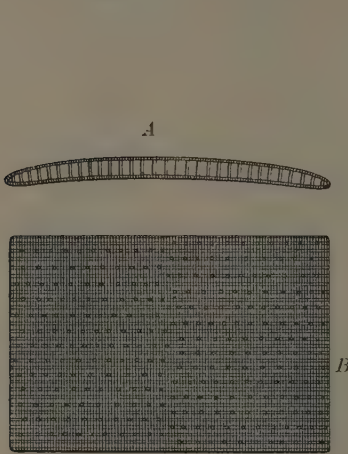


Fig. 320. *Climacosira mirifica* (W. Sm.) Grun. A Schalenansicht (die Transversalstreifen rühren von den leiterartigen Quersepten her); B Gürtelansicht. (Nach Grunow.)



Fig. 321. A *Climacosira (Climaconeis) Lorenzii* Grun. Schalenansicht. — B *C. Frauenfeldii* Grun. Gürtelansicht (beide 400*μ*). (Nach Grunow.)

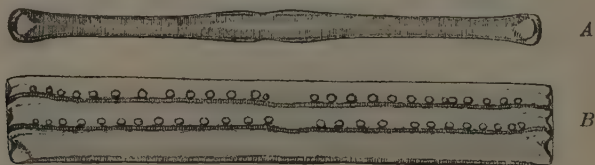


Fig. 322. *Climacosira (Lamella) oculata* Brun. A Schalen-, B Gürtelansicht, Teil einer Zelle (600*μ*). (Nach Van Heurck.)

Sekt. I. *Eutabellaria* F. S. Schalenquerschnitt in der Mitte und an den Polen aufgeschwollen, Schale fein gestreift. Chromatophoren: körnig, regellos zerstreut. — 21 Arten, im Süßwasser und fossil. *T. fenestrata* (Lyngb.) Kütz. (Fig. 319 A), *flocculosa* (Roth.) Kütz.

Sekt. II. *Striatella* Ag. (1832) (*Hyalosira* Kütz., *Tessella* Ehrenb., *Thaumateorhabdium* Trev.). Zellen tafelförmig, zu langgestielten Bändern verbunden. Endzelle des Bandes an einer Ecke gestielt. Schalen lanzettlich bis linear-elliptisch, sehr fein gepunktet, fast strukturlos, hyalin. Sagittalachse gerade oder S-förmig gebogen, mit Pseudoraphe und feinen Transversalstreifen, ohne Rippen. Zwischenbänder zahlreich, nicht geschlossen ringförmig, mit Quersepten. Septum fast eben, nicht transversal gewellt. Panzer sehr schwach verkieselt. Chromatophoren: körnig, strahlenartig vom Pyrenoid ausgehend angeordnet um den zentralen Zellkern. — 14 Arten, marin und fossil, z. B. *T. unipunctata* (Lyngb.) (Fig. 319 E, F), Europ. atlantische Küsten; *T. interrupta* (Ehrenb.).

105. *Climacosira* Grun. (1862). Zellen  $\pm$  tafelähnlich, mit  $\pm$  zahlreichen, zusammengedrückt ringförmigen Zwischenbändern, mit leiterartig durchbrochenen Quersepten. Schalenansicht langgestreckt lineal, gerade oder wenig gebogen, bisweilen an den Enden und nach der Mitte zu schwach verbreitert. Schalendeckel mit oder ohne deutliche Transversalstreifung mit Pseudoraphe. Pole durch glatten Fleck ausgezeichnet oder nicht. Gürtel-

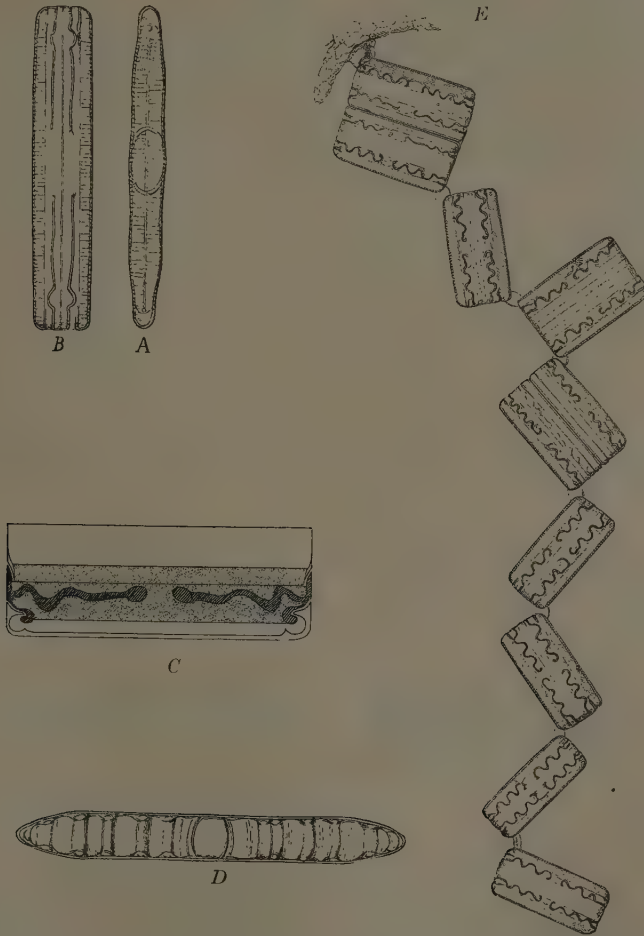


Fig. 323. A, B *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kütz. A Schalen-, B Gürtelansicht. — C *G. maxima* Grun. Längsschnitt und Gürtelansicht. — D, E *G. serpentina* Ralfs. D gefensterteres welliges Septum in Flächenansicht; E Kette. (C nach O. Müller. D, E nach W. Smith.)

ansicht 4eckig, in sagittaler Richtung gestreckt oder meist in Richtung der Zentralachse zur Tafel ausgedehnt, mit Querstreifen (von Zwischenbändern herrührend), die mit Knötchen besetzt erscheinen (opt. Bild der Durchschnitte der leiterartig durchbrochenen Quersepten).

A. Septen normal entwickelt.

a. Zelle mit zahlreichen, leiterförmigen Septen.

Sekt. I. *Euclimacosira* Grun. Zellen tafelförmig, in Gürtelansicht rechtwinkelig,

zu Bändern vereinigt; mit zahlreichen Zwischenbändern mit vollkommenen Quersepten. Septen vielfensterig, leiterartig. Schalen lineal. — 1 marine Art, *C. mirifica* (W. Sm.) Grun. (Fig. 320).  
b. Zelle mit 2 leiterförmigen Septen.

Sekt. II. *Climaconeis* Grun. (*Stictodesmis* Grev.) Zellen in Schalen- und Gürtelansicht stabförmig, mit 2 leiterförmigen Septen. Schalen gestreift punktiert, ohne Rippen. — 2 Arten, marin, vielleicht nur Primärzellen von *Euclimacostira* (Fig. 321).

B. Septen rudimentär, nur in Form kleiner Knöpfchen entwickelt.

Sekt. III. *Lamella* Brun. Schale in Schalenansicht, stabförmig, in der Mitte und an den Enden etwas verdickt. Schalenenden strukturlös, buckelartig. Zelle in Gürtelansicht, mit Reihe von Knötchen, die als rudimentäre Sprosse unentwickelter, leiterförmiger Quersepten gedeutet werden. — 1 fossile Art, *C. oculata* (Brun.) (Fig. 322).

106. **Grammatophora** Ehrb. (1839). Zellen mit Gallertpolstern zu Zickzackketten verbunden; Endzelle der Kette mittelst Gallertpolster mit einer Ecke am Substrat befestigt; tafelförmig. Gürtelansicht rechteckig, mit abgerundeten Ecken, Schalenansicht lineal bis elliptisch, bisweilen in der Mitte und bisweilen auch an den Enden angeschwollen, meist fein gestreift, selten grob gestreift, Streifen durch Punkte oder Perlen gebildet. Pseudoraphe schwer sichtbar, mit Polarknoten, ohne Zentralknoten. In jeder Zelhälfte ein geschlossenes, ringförmiges Zwischenband, mit meist gebogenem oder transversal unduliertem, in der Mitte gefensterter Querseptum. Chromatophoren: körnig zerstreut. 1 Auxospore aus einer Zelle (25 a).

36 Arten, marin und fossil. — A. Septen im Hauptteil fast eben oder wenig gewellt, nur an den Polen mit je einer höheren Welle: *G. marina* (Lyngb.) Kütz. (Fig. 323 A, B), Kosmopolit; *G. maxima* Grun. (Fig. 323 C). — B. Septen mit mehr als 2, oft zahlreichen, transversal gerichteten Wellen: *G. serpentina* Ralfs (Fig. 323 D, E).

#### B. V. 10. b. **Fragilariaceae-Tabellarioideae-Entopylieae.**

Zellen gekrümmt. Schalen ungleich in Form und Struktur, eine Schale konvex, die andere konkav, transversal gerippt oder gestreift, mit zahlreichen ringförmigen Zwischenbändern und rudimentären Quersepten. Zwischenbänder und Quersepten können auch ganz fehlen.

107. **Entopylia** Ehrb. (1841). (*Eupleuria* Arnott, *Gephyria* Arnott, *Margaritoxon* Janisch). Zellen zu kurzen, gestielten Ketten verbunden, mit zahlreichen, ringförmigen Zwischenbändern (*Entopylia* Ehrb.). Zelle sattelartig gebogen, eine Schale konkav, die andere konvex, Biegung in Gürtelansicht sichtbar. Schalen mit Transversalrippen

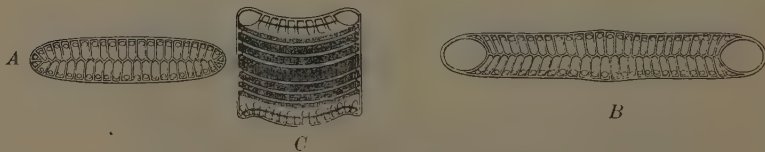


Fig. 324. *Entopylia australis* Ehrenb. A, B Schalenansicht; A konvexe, B konkave Schale; C Gürtelansicht (364/1). (Nach Janisch.)

(= kurze Septen), von gesägter Pseudoraphe ausgehend, ohne Zentralknoten, auf der konvexen Seite ohne Polarknoten, auf der konkaven Seite der Schale mit großem Polarknoten. Die Zwischenbänder mit rudimentären Quersepten. Die Zahl der Zwischenbänder ist bisweilen reduziert, bisweilen fehlen sie ganz (*Gephyria* Arnott). Chromatophoren: zahlreiche, kreisrunde Scheibchen.

14 marine und fossile Arten, z. B. *E. australis* Ehrenb. (Fig. 324) aus dem Guano von Südamerika.

#### B. V. 11. **Fragilariaceae-Meridionoideae.**

Schale und Gürtelansicht zur Sagittalachse symmetrisch, zur Transversalachse unsymmetrisch, keilförmig; in Schalen- und Gürtelansicht bisweilen mit keilförmigen, offenen Zwischenbändern mit Quersepten. Struktur fiederig; die Schalen fein transversal gestreift, transversalstreifig punktiert, -geperlt, -gerippt, immer ohne Zentralknoten, meist ohne Polarknoten, ohne Raphe, aber mit einer die Raphe vertretenden, sagittalen,

strukturlosen Linie (Pseudoraphe), auf die sich die Fiederstreifung der Struktur richtet. Chromatophoren: körnig zerstreut, zahlreiche kleine Plättchen. Auxosporen werden angegeben, 2 aus 2 Mutterzellen. Nachuntersuchung dringend erwünscht. Zellen anfangs fest-sitzend, später einzeln oder als Ketten freischwimmend.

A. Schalen ohne durchgehende Transversalrippen (Septen), doch bisweilen rippenartig transversal gestreift.

a. Zelle ohne septierte Zwischenbänder, nicht gestielt, meist einzeln. Schalen oft rippen-artig gestreift . . . . . 108. *Sceptroneis*.

b. Zelle mit keilförmigen Zwischenbändern mit Quersepten, gestielt, zu Fächern verbunden. Schalen feingestreift.

a. Quersepten nur an dem breiten Ende . . . . . 109. *Licmophora*.

β. Quersepten in der Mitte, am breiteren und schmälere Ende gefenstert

110. *Licmosphenia*.

γ. Quersepten flächenhaft, reich gefenstert . . . . . 111. *Climacosphenia*.

B. Schale mit durchgehenden Transversalrippen (Septen). Zellen ohne septierte Zwischenbänder, nicht gestielt, zu fächer-, scheiben-, schraubenförmigen Ketten vereinigt . 112. *Meridion*.

108. *Sceptroneis* Ehrb. (1844). Zellen in Schalen- wie Gürtelansicht keilartig verjüngt, ohne septierte Zwischenbänder, ohne Transversalsepten. Pseudoraphe vorhanden, bisweilen sehr breit. Polarknoten bisweilen erkennbar. Schalen transversal geperrt-ge-

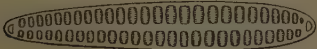


Fig. 325. *Sceptroneis (Opephora) Schwartzii* Grun. (600/1). (Nach Van Heurck.)

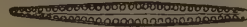


Fig. 326. *Sceptroneis (Grunowiella) gemmata* Grun. (Nach Van Heurck.)



Fig. 327. *Sceptroneis (Eusceptroneis) caducea* Ehrenb. (Nach Van Heurck.)



Fig. 328. *Sceptroneis (Trachysphenia) australis* (Petit) (var. *aucklandica* Grun.) (600/1). (Nach Van Heurck.)

streift. Perlen bisweilen zu einem schlitz- oder knopflochähnlichen Streifen verschmolzen. Chromatophoren unbekannt.

a. Schalen mit 2 sagittalen Perlenreihen.

a. Perlen flächenständig, knopflochartig verbreitert.

Sekt. I. *Opephora* Petit (1888). Gürtel- und Schalenansicht keilförmig. Keine transversalen Punktreihen, statt dessen 2 Reihen transversal knopflochartig verlängerte, vertiefte Riefen, die sagittal eine oft stark verbreiterte Pseudoraphe frei lassen. In den Riefen transversale Reihen feiner Perlen. Raum zwischen den Riefen als Transversalrippen erscheinend. — 3 Arten, marin und Süßwasser, *S. Schwartzii* Grun. (Fig. 325).

β. Perlen randständig, rundlich.

Sekt. II. *Grunowiella* H. v. H. (1892). Zellen zepterförmig. Schalenansicht keilförmig, mit einer Reihe von großen Randperlen. Pseudoraphe lanzettlich. Gürtelansicht rechteckig. — 4 fossile Arten. *S. gemmata* (Grun.) Van Heurck (Fig. 326).

b. Schalen mit transversalen Reihen isolierter Perlen.

Sekt. III. *Eusceptroneis* Ehrenb. Gürtel- und Schalenansicht keilförmig. Schalen gestreckt, am einen Ende *Gomphonema*-artig bekopft, am anderen Ende verjüngt. Struktur wie *Trachysphenia*, doch polarer, hyaliner Fleck hier mit feinen strahligen Punktreihen bedeckt. — 12 Arten, marin und fossil, z. B. *S. caducea* Ehrenb. (Fig. 327).

Sekt. IV. *Trachysphenia* Petit (1877). Gürtelansicht rechteckig, Schalenansicht keilförmig-elliptisch. Schalen grob punktiert. Punkte in transversalen Reihen nicht knopfartig verlängert, schmale Pseudoraphe und hyaline Polarflecke freilassend. — *S. australis* (Petit) (Fig. 328).

109. *Licmophora* Ag. (1827) (*Echinella* Bréb., *Exilaria* Grev., *Podosphenia* Ehrb., *Rhipidophora* Kütz., *Stylaria* Bory). Zellen zum Sagittal- und mittleren Querschnitt symmetrisch, zum Transversalschnitt unsymmetrisch, Schalen mit den Sagittalachsen unter spitzem Winkel gegeneinander geneigt. Gürtel- und Schalenansicht keilförmig, meist schlank, oft lineal. Jede Zellhälfte mit einem Zwischenband, dieses ringförmig, keil-

förmig zugespitzt, am schmalen Pol offen, mit Septum am breiteren Pol. Schalen  $\pm$  fein transversal gestreift, mit Pseudoraphe. Die Zellen sind gestielt. Stiel am schmalen Gürtelbandende befestigt, einfach oder verzweigt. Jede Zelle auf isoliertem Stiel oder Zweig — oder die Zellen nach der Teilung mit den Schalen aneinander haftend, fächerförmige Ketten bildend, für jeden Fächer einen Stiel oder Stielzweig ausbildend, zahl-

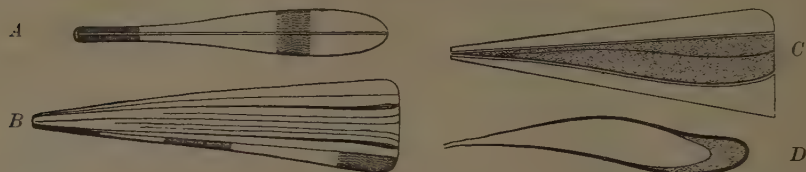


Fig. 329. A, B *Licmophora gracilis* (Ehrenb.) Grun. A Schalen-, B Gürtelansicht (500/1). — C, D *L. Lyngbyei* (Kütz.) Grun. C Panzerhälfte von der Gürtelseite (eine Schale, ein Zwischenband mit Septum und ein Gürtelband); D ein Septum in Schalenansicht. (A, B nach Grunow; C, D nach O. Müller.)

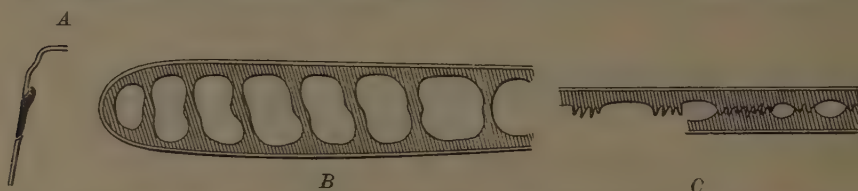


Fig. 330. *Climacosphenia moniligera* Ehrenb. A Sagittaler Längsschnitt durch eine Ecke der Membran; B Septum des der Schale zugewandten Zwischenbandrandes, breites Ende; C dasselbe, schmales Ende. (Nach O. Müller.)

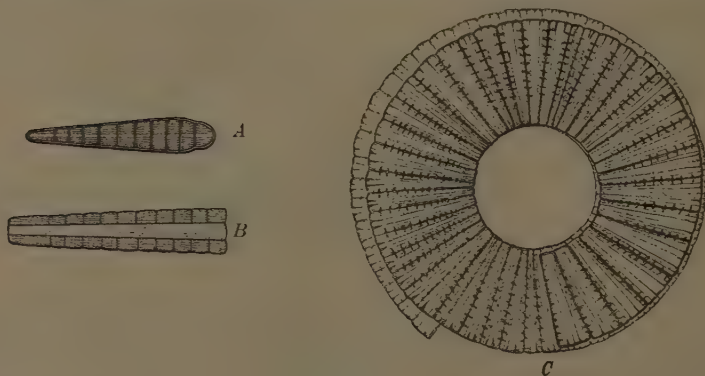


Fig. 331. *Meridion circulare* (Grev.) Ag. A Schalen- B Gürtelansicht (800/1); C Kette (400/1). (A, B nach Van Heurck; C nach Smith.)

reiche Fächer oft zu baumartigen Kolonien vereinigt (Fig. 98 F). Chromatophoren: klein, zahlreich, zerstreut (Fig. 98). Auxosporen soweit bekannt 1 in je einer Zelle.

29 Arten, durchweg marine Küstenformen. — A. Septen klein. *L. flabellata* (Carm.) Ag.; *L. anglica* (Kütz.) Grun.; *L. gracilis* (Ehrenb.) Grun. (Fig. 329 A, B). — B. Septen groß: *L. Lyngbyei* (Kütz.) Grun. (Fig. 329 C, D). — Alle in Nord- und Ostsee, europäische nordatlant. Küsten.

110. *Licmosphenia* Mereschk. (1901). Schale keilförmig, *Licmophora*-ähnlich, doch in der Mitte  $\pm$  verschmälert. Auch in der Gürtelansicht gleichen sich beide Formen. Verschieden sind sie nur in der Form der Septen. Während das Septum von *Licmophora*

nur am breiteren Pol massiv ist, wird umgekehrt bei *Limosphenia* das Septum in der etwas verschmälerten Zellmitte massiv, ist dagegen oben wie am schmäleren Pol offen.

5 marine Arten vom Autor unterschieden.

111. *Climacosphenia* Ehrb. (1843). Zellen wie *Licmophora*. Zwischenband mit leiterartig durchbrochenem Septum. Schalen eilanzettlich bis keulenförmig, ohne Knoten und Rippen.

4 Arten, marin und fossil, z. B. *C. moniligera* Ehrenb. (Fig. 330). Kosmopolit. Küsten.

112. *Meridion* Ag. (1824) (*Eumeridion* Kütz., *Oncosphenia* Ehrb.). Schale mit transversalen Rippen (Septen); zwischen den Rippen feine transversale Punktstreifen. Die Streifen (aber nicht die Rippen) sind in der Sagittallinie durch eine glatte Linie (Pseudoraphe) unterbrochen, die sehr fein, oft kaum sichtbar ist. Schalenansicht: Grundform lineal-lanzettlich mit der Abweichung, daß sie sich vom Kopfpol zum Fußpol keilartig verjüngt. Die Enden sind abgerundet, das dicke Ende bisweilen kopfartig durch eine halsartige Einschnürung kurz vor dem Pol. In Gürtelansicht sind die Zellen keilförmig, mit geraden Seitenwänden, die beiden Enden gerade abgeschnitten. Die Rippen (Septen) reichen fast bis zu den Gürtelbändern, die Punktstreifung des Schalendeckels reicht auch noch bis auf den Schalenmantel. Nach der Teilung bleiben die jungen Schalen aneinander haften mit lückenloser Verbindungslinie, die Zellen bilden dadurch Ketten, die je nach Zellenzahl fächer- bis kreisförmig sind. Bei großer Zahl bilden sich, da die Zellen um die Zentralachse sehr schwach tordiert sind, schraubenförmig aufgerollte Bänder. In den Ketten korrespondieren die Schalenrippen der benachbarten Zellen miteinander, so daß die Kette konzentrisch unterbrochen gestreift ist. Die Ketten sind nicht gestielt, schwimmen frei im Wasser. Chromatophoren: zahlreich, klein. Auxosporen unbekannt.

1 Art im Süßwasser, *M. circulare* (Grev.) Ag. (Fig. 331), schöne, nicht seltene Art.

## B. V. 12. a. Fragilariaceae-Fragilarioideae-Diatomeae.

Schalenansicht rund, langelliptisch, bisquitförmig, kreuzförmig. Schalen ohne Kiel, mit Transversalrippen, von  $\pm$  tief ins Innere vorspringenden Septen herrührend. Ohne Raphe. Pseudoraphe deutlich oder fehlend. Gürtelansicht rechteckig. Schalen mit Transversalsepten (Rippen). Auxosporen unbekannt.

A. Ohne gegabelte Sagittallippe.

a. Schale ohne Zentralknoten und -Auge . . . . . 113. *Diatoma*.

b. Schale mit Zentralknoten . . . . . 114. *Omphalopsis*.

c. Schale mit Zentralauge . . . . . 115. *Plagiogramma*.

B. Schale mit gegabelter Sagittallippe . . . . . 116. *Hydrosilicon*.

113. *Diatoma* D. C. (1805) (*Lobarzewskya* Trev., *Neodiatoma* O. K., *Odontidium* Kütz., *Syrinx* Corda). Zellen zu kurzen Bändern oder mittels Gallertpolster zu Zickzackketten vereinigt; ebenso am Substrat haftend. Schalenansicht lanzettlich bis linear, mit Transversalrippen (Transversalsepten), die in der Mitte nicht durch die Pseudoraphe unterbrochen sind, ohne Kiel; Pseudoraphe schmal, schwer sichtbar. Gürtelansicht gestreckt rechteckig (ringförmige Zwischenbänder mit Quersepten?). Chromatophoren: Körnchen.

7 Arten im Süßwasser. — A. Zellen zu Zickzackketten vereinigt. Rippen zart: *D. vulgare* Bory (Fig. 332 A, C) und *D. elongatum* Ag. (Fig. 332 B). In Bächen durch ganz Europa. — B. Zellen zu kurzen Bändern vereinigt (*Odontidium*). Rippen sehr kräftig: *D. hiemale* Lyngb. und *D. anceps* Ehrenb. im Süßwasser überall verbreitet.

114. *Omphalopsis* Grev. (1863). Zellen zu Bändern vereinigt, in Gürtelansicht rechteckig, in Schalenansicht kreuzförmig. Schalen mit Transversalstreifen, die in der Mitte durch schmale Pseudoraphe unterbrochen sind, und mit sehr deutlichen Zentralknoten und glatten, durch Rippen (kurzes Transversalseptum) abgegrenzten Polarfeldern.

1 marine Art, *O. australis* Grev. (Fig. 333).

115. *Plagiogramma* Grev. (1859) (*Heteromphala* Ehrb.). Zellen oft zu Bändern verbunden. Gürtelansicht rechteckig, bisweilen nahe den Polen etwas eingezogen. In der Schalenmitte ein hyaliner, gewöhnlich transversal bis an den Rand verbreiteter, strukturfreier Hof, der oft durch 2 Transversalrippen (Septen) von den strukturierten Schalteilen ge-

trennt ist, oder in der Mitte noch durch ein vom Ringseptum erzeugtes Auge (Pseudocellus) gezeichnet ist. Schalendeckel glatt, oft durch Transversalrippen vom strukturierten Teil getrennt. Zwischen zentralen und polaren Rippen bisweilen noch mehrere Transversalrippen eingeschaltet. Schalenoberfläche transversal und sagittal weitläufig punktiert gestreift. Pole hyalin.

48 Arten, marin und fossil. — **A.** Schalen mit Zentralsepten. — **A a.** Sagittallinie eben, Ketten daher ohne Fenster: *P. staurophorum* (Greg.) Heib. Nordsee und nordatlant. Küsten; *P. elongatum* Grev. (Fig. 334 A, B), südatlant. Küsten. — **A b.** Schale zwischen Polen und

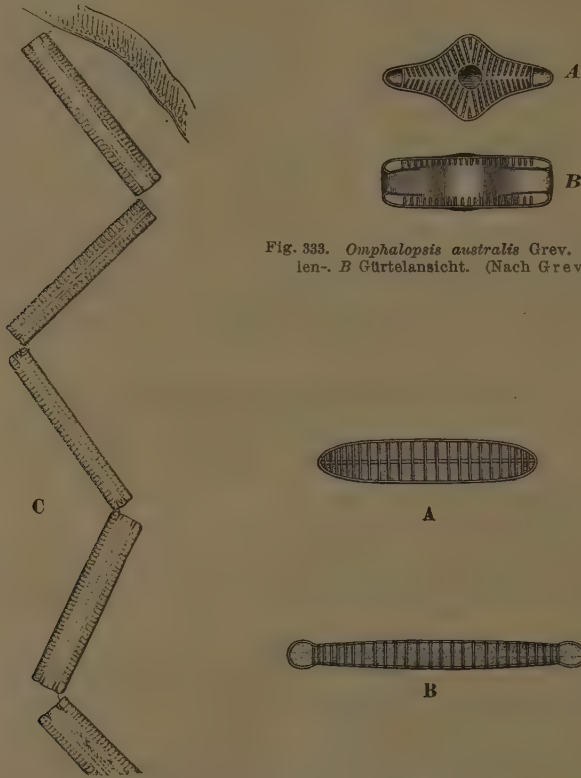


Fig. 333. *Omphalopsis australis* Grev. A Schalen-. B Gürtelansicht. (Nach Greville.)

Fig. 332. A und C *Diatoma vulgare* Bory. A Schalenansicht; C Kette in Gürtelansicht. — B D. *elongatum* Ag. Schalenansicht. (A, B nach Van Heurck; C nach W. Smith.)

Zentrum vertieft, Kette mit 2 Fensterchen zwischen den benachbarten Schalen. *P. Vanheurckii* Grun. an der belgischen Küste. — **B.** Schale mit zentralen und polaren Rippen: *P. pulchellum* Grev., atlant. Küsten. — C. Schalen mit zahlreichen Transversalsepten: *P. californicum* Grev. (Fig. 334 C, D), fossil im Guano von Kalifornien.

**116. Hydrosilicon Brun. (1891).** Schale blattartig, bisweilen geigenförmig, mit mittlerer transversaler und einer sagittalen Linie. Die Sagittallinie gabelt sich in je 2 diagonal gerichtete Äste. Schalenrand verdickt, mit großen Perlen; Schalendeckel mit gekrümmten Streifensystemen, deren Zentrum an den von den rippenartigen Linien erreichten Punkten des Schalenrandes liegt. Schale in Gürtelansicht gewölbt, mit stark eingezogener Mitte. Systematische Stellung noch zweifelhaft.

2 Arten, marin, z. B. *H. mitra* Brun (Fig. 335).

B. V. 12. b. **Fragilariaceae-Fragilarioideae-Fragilariaceae.**

Schalenansicht gestreckt, stabähnlich. Schalen eben oder fast eben, mit geringen zentralen und polaren Erhebungen; ohne Kiel, ohne Transversalrippen, aber oft mit punktierten Transversalstreifen. Raphe fehlt. Pseudoraphe vorhanden oder fehlend, ohne echten Zentralknoten. Polarknoten vorhanden oder fehlend. Chromatophoren plattenförmig oder körnig. Zellen oft zu Bändern vereinigt. Gürtelansicht meist rechtwinkelig, sehr selten gebogen.

## A. Zellen nicht halbröhrenförmig.

## I. Schalen zum Transversalschnitt symmetrisch (beide Enden gleich).

a. Schale eben, ohne Knoten. Zellen in Ketten. Ketten ohne Lücken zwischen den Schalen

117. *Fragilaria*.

b. Schalen in sagittaler Richtung wellig-gewölbt. Ketten mit Lücken zwischen den Schalen.

a. Schalen transversalstreifig geperlt; Pseudoraphe deutlich, mit echten oder imitierten Polarknoten . . . . . 118. *Dimerogramma*.

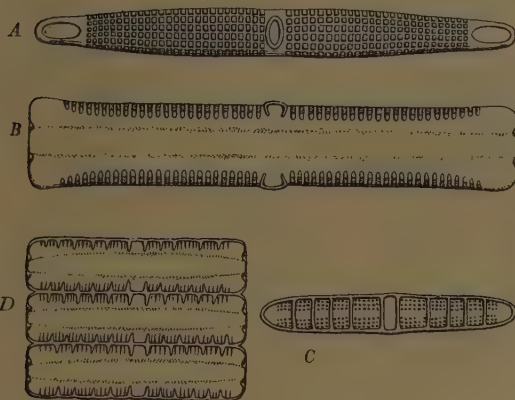


Fig. 394. A, B *Plagiotogramma elongatum* Grev. A Schalen-, B Gürtelansicht. — C, D *P. californicum* Grev. C Schalen-, D Gürtelansicht (400/1). (Nach Greville.)

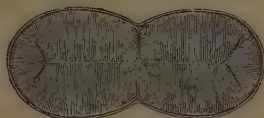


Fig. 395. *Hydrosilicon mitra* Brun. Schalenansicht (400/1). (Nach Van Heurck.)

## β. Schale ohne Pseudoraphe.

## I. Schale punktiert.

1. Schale mit sagittalen Punkt- oder Dornenreihen, symmetrisch zur Sagittallinie

119. *Cymatosira*.

2. Schale zerstreut-punktiert, *Cymbella*-ähnlich . . . . . 120. *Campylosira*.

II. Schale mit transversalen Reihen großer Perlen . . . . . 121. *Terebraria*.

c. Schalen eben oder sehr schwach gewölbt, oft mit Endknoten und einer Pseudoraphe, mit Gallertpolstern, sitzend oder frei, keine Bandketten bildend, in Schalen- und Gürtelansicht stabförmig . . . . . 122. *Synedra*.

## II. Schalen zum Transversalschnitt unsymmetrisch. Enden ungleich.

a. Ein Schalenende stärker verjüngt als das andere, in Schalenansicht schmaler, in Gürtelansicht breiter als das andere. Schalenrand gekerbt. Zelle sehr lang

123. *Thalassiothrix*.

b. Drei *Synedra*-Individuen gleichende Zellenden zusammengeheftet . 124. *Centronella*.

c. Beide Enden kopfförmig angeschwollen.

a. Sagittallinie ohne breites Mittelfeld, nicht tordiert . . . . . 125. *Asterionella*.

β. Sagittallinie mit sehr breitem, punktiertem Mittelfeld. Spalte um Sagittalachse tordiert

126. *Clavícula*.

B. Zellen halbröhrenförmig . . . . . 127. *Tubularia*.

117. *Fragilaria* Lyngb. (1819) (*Diatomosira* Trev., *Fragilariopsis* Hust., *Grammatonema* Kütz., *Grammonema* Ag., *Nematoplata* Bory., *Ralfsia* O'Meara, *Temachium* Wallr.). Zellen nach allen drei Richtungen symmetrisch. Zellen zu meist bandförmigen Ketten

verbunden; Ketten bisweilen zum Zickzack aufgelöst. Schalen ohne Knoten, ohne Rippen, doch bisweilen mit rippenähnlichen Perlreihen (*Odontidium*), eben, beide Pole gleich. Gürtelansicht rechteckig, meist schmallineal. Chromatophoren: Körnchen oder Platten.

102 Arten, im Süß- und Salzwasser, sowie fossil.

Sekt. I. *Eufragilaria* Ralfs. Pseudoraphe sehr schmal, kaum sichtbar. Chromatophoren kleinkörnig. Häufige Süßwasserform in ganz Europa: *F. virescens* Ralfs (Fig. 336); marin ist: *F. hyalina* (Kütz.) Grun. im Mittelmeer und Atlantik.

Sekt. II. *Staurosira* Ehrenb. (*Odontidium* Kütz.) Pseudoraphe breit, oft lanzettlich.

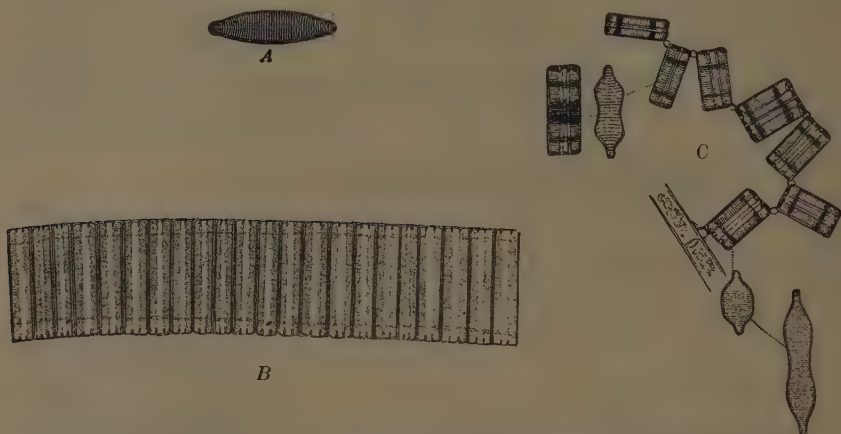


Fig. 336. *Fragilaria* (*Eufragilaria*) *virescens* Ralfs. A Schalenansicht; B Kette in Gürtelansicht (600/1); C gestielte Kolonie. (A nach Van Heurck; B, C nach W. Smith.)



Fig. 337. *Fragilaria* (*Staurosira*) *Harrisonii* (W. Sm.) Grun. (400/1). (Nach W. Smith.)

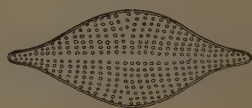


Fig. 338. *Fragilaria* (*Raphoneis*) *amphiceros* Ehrenb. (600/1). (Nach Van Heurck.)

Chromatophoren: Platten, ähnlich denen von *Synedra*. Im Süßwasser kosmopolitisch: *F. capucina* Desmaz; ebenso *F. Harrisonii* (W. Sm.) Grun. (Fig. 337).

Sekt. III. *Raphoneis* Ehrenb. (*Doryphora* Kütz.) Zellen in Schalenansicht lanzettlich bis elliptisch, meist an den Enden geschnäbelt. Schalen mit transversalen und sagittalen, etwas strahligen Perlreihen; nicht gerippt. Sagittallinie punktfrei. Pole ohne Knoten. Pseudoraphe mehr oder minder deutlich, oft sehr schmal, oft unregelmäßig, fein punktiert. Gürtelansicht rechteckig; schmal gestreckt, mit geraden Seiten. — 48 Arten beschrieben, marin und fossil, z. B. *F. amphiceros* Ehrenb. (Fig. 338) an europäischen Küsten.

118. *Dimerogramma* Ralfs (1861) (*Denticula* Kütz.). Schalen lanzettlich bis linear-lanzettlich, zum Teil in der Mitte verbreitert, zum Teil schwach verjüngt. Gürtelansicht im ganzen rechteckig, mit abgerundeten Ecken. Langseiten fast eben, Pole etwas erhaben, nahe den Polen etwas eingezogen. Zentrum eben oder flach gewölbt. Schale mit polaren

Knoten, mit oder ohne zentralen Knoten, und mit Pseudoraphe, transversal gestreift. Streifung von transversal-sagittalen Perlreihen oder transversal rippenartig gestreckten Perlen. Streifung von der Pseudoraphe unterbrochen. Zellen Bandketten bildend.

Sekt. I. *Eudimerogramma* F. S. Schalen ohne zentrale Knotenerhöhung, in Gürtelansicht nur auf kurze Strecke hinter den Polen eingezogen. Bei der Kettenbildung haften die Zellen daher mit einem Teil der Sagittallinie aneinander, in der Nähe der Pole bleibt ein kleiner Spalt. — 12 Arten, marin und fossil. *D. marium* (Greg.) Ralfs (Fig. 339 A) an den nordatlantischen Küsten; *D. fulvum* (Greg.) Ralfs (Fig. 339 B).

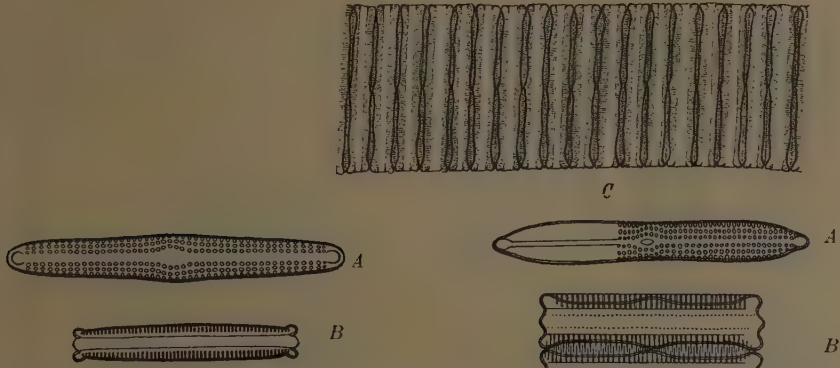


Fig. 339. A *Dimerogramma* (*Eudimerogramma*) *marium* (Greg.) Ralfs. Schalenansicht. — B *D. fulvum* (Greg.) Ralfs. Gürtelansicht. (Nach Van Heurck.)

Fig. 340. *Dimerogramma* (*Glyphodesmis*) *Williamsontii* Greg. A Schalenansicht (600/1); B Gürtelansicht (600/1); C Kette (400/1).

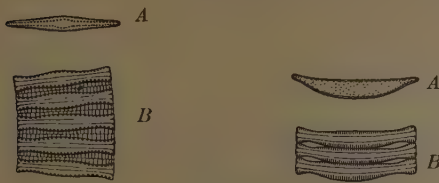


Fig. 341. *Cymatosira belgica* Grun. A Schalen-, B Gürtelbandansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

Fig. 342. *Campylosira cymbeliformis* (Schmidt) Grun. A Schalenansicht; B Kette in Gürtelansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

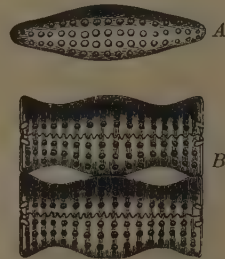
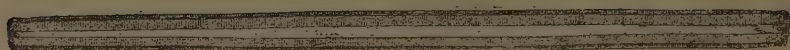


Fig. 343. *Terebraria barbadensis* Grev. A Schalenansicht; B Kette in Gürtelansicht (400/1). (Nach Greville.)

Sekt. II. *Glyphodesmis* Grev. (1862) (*Diadesmis* Kütz.). Schalen mit zentralem Knoten, der bisweilen als Buckel hervortritt, und polarem, buckelartig gewölbtem Knoten. Langseiten in Gürtelansicht nicht eben. In den Bandketten berühren sich die Schalen nur an den Polen und dem Zentrum, wenn auch dieses gewölbt ist. Die Sagittallinien sind voneinander entfernt. Zwischen 2 Zellen bleibt ein in der Mitte eingeschnürter Zwischenraum. Selten haben die Schalen einen Randstreifen mit Stacheln. — 9 Arten, marin. *D. Williamsontii* Greg. (Fig. 340) mit Stachelrandkranz und transversalen Perlreihen, in Schalenansicht in der Mitte eingezogen, in Gürtelansicht gebuckelt; atlantische Küsten Europas. *D. distans* (Greg.) ohne Stachelkranz in der Mitte, in Schalenansicht verbreitert, in Gürtelansicht nicht gewölbt. Schalenstruktur mit transversalen Scheinrippen, ohne Perlreihen; atlantische Küsten Europas.

119. *Cymatosira* Grun. (1862). Zellen fest zu Bändern verbunden. Schalen in Schalenansicht lanzettlich-schiffchenförmig. Schalendeckel grobpunktiert, bestachelt. Die



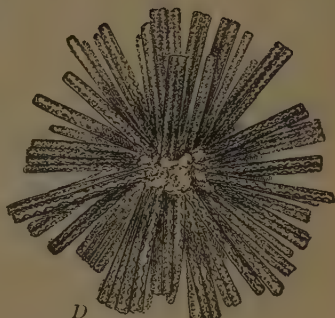
B



A



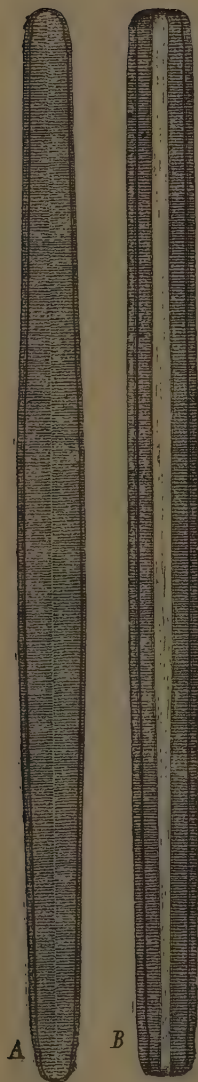
C



D

Fig. 344. A *Synedra capensis* Grun. Schalenansicht. — B, *C. S. fulgens* W. Sm. B Gürtelansicht; C kurzgestielte Kolonie. — D *S. radians* Kütz. Kolonie (auf gemeinsamem Gallertpolster) (500/1).

(A, B nach Van Heurck; C, D nach W. Smith.)



A

B



A



B

Fig. 346. *Synedra gracilis* Kütz. A Schalenansicht (mit Chromatophoren) (500/1). (Nach Pfitzer.)

Fig. 345. *Synedra (Ardissonia) superba* (Kütz.) Grun. A Schalen-, B Gürtelansicht (1000/1). (Nach W. Smith.)

Fig. 347. *Synedra (Toxarium) undulata* W. Sm. Schalenansicht (gebrochen). (Nach Van Heurck.)

\*



\*

Punkte lassen ein  $\pm$  breites sagittales Feld frei, das einer Pseudoraphe ähnlich ist, doch bisweilen auch fehlt. In Gürtelansicht sind die Schalen wellig-rechteckig, zwischen Polen und Zentrum leicht eingezogen. Die Zellen bleiben nach der Teilung aneinander haften mittels der Dornenreihen (ähnlich wie *Rutilaria*) und bilden dadurch bandartige Ketten, in denen die Schalendeckel aber nirgends aneinandergrenzen, sondern durch einen nur durch die Dornen überbrückten Zwischenraum getrennt sind. — *Cymatosira* ist Bindeglied zwischen *Fragilaria* und *Rutilaria*.

4 Arten, marin und fossil, z. B. *C. belgica* Grun. (Fig. 341) mit breitem Sagittalfeld, Nordatlantik; *C. Lorenziana* Grun. ohne Sagittalfeld, Mittelmeer.

120. *Campylosira* Grun. (1882). Schalenansicht wie bei *Cymbella*. Enden geschnäbelt. Dorsaler Rand der Schale stark gekrümmt, ventraler Rand schwach konkav. Schale zerstreut punktiert ohne Raphe und Pseudoraphe, ohne Knoten. Gürtelansicht gebogen, nahe den Enden eingezogen. Zellen bleiben nach der Teilung mit der Sagittallinie der

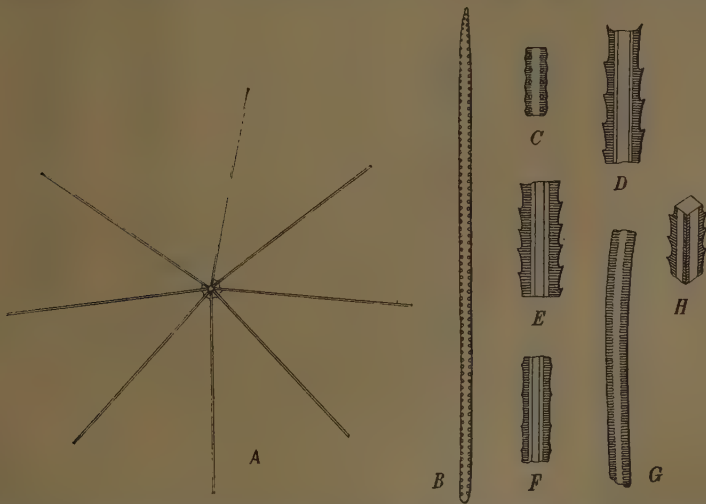


Fig. 348. A—C *Thalassiothrix Frausefeldii* Grun. A Kette in Gürtelansicht (200/1); B Schalenansicht (600/1); C Stückchen der Schale (1000/1). — D—H *T. longissima* Cleve et Grun. var. *antarctica* Cleve et Grun. D—G Gürtelansicht (600/1). D oberes Ende; E, F mittlere Stücke; G unteres Ende; H Stück perspektivisch. (A nach Castracane; C—H nach Van Heurck.)

Schalen aneinander haften und bilden dadurch Bandketten; zwischen je 2 Zellen, nahe den Polen, bleibt je eine schmale Lücke.

2 Arten, marin und fossil, z. B. *C. cymbelliformis* (Schmidt) Grun. (Fig. 342) an der belgischen Küste.

121. *Terebraria* Grev. (1864). Zelle von der Gürtelseite 4eckig, mit doppelt gewellten Schalenseiten. Schalen in Schalen- wie Gürtelansicht mit transversalen Reihen von rundlichen, getrennten Perlen (Areolen). Gürtelnaht gezähnt. Schalen elliptisch.

1 fossile Art, *T. barbadensis* Grev. (Fig. 343).

122. *Synedra* Ehrb. (1831) (*Campylostylus* Shadb., *Ctenophora* Bréb., *Desmogonium* Ehrenb., *Echinella* Bréb., *Exilaria* Grev., *Grallatoria* Kütz., *Hystrix* Bory, *Pseudo-Synedra* Leud. Fortm., *Pygmatella* Kütz., *Rhabdium* Wallr., *Rhabdosira* Ehrenb., *Rimaria* Kütz., *Scaphularia* Pritchard, *Tabularia* Kütz., *Thalassionema* Grun., *Ulnaria* Kütz.). Zellen angewachsen, einzeln oder fächerartig, verbunden oder gestielt. In der Sagittalrichtung sehr stark gestreckt,  $\pm$  lanzettlich-linear, bisweilen etwas gekrümmt. Schalen meist mit Pseudoraphe oder einem sagittalen, hyalinen Streifen, bisweilen mit falschem Zentral- und Polarknoten. Chromatophoren: 2 Platten mit gelapptem Rand. Auxosporen apogam.

105 Arten im Süß- und Salzwasser, sowie fossil.

Sekt. I. *Eusynedra* Ehrenb. Schalen lineal, an den Enden bisweilen etwas verdickt. Streifung transversal, fein, gleichmäßig. Häufige Arten: *S. radians* (Kütz.) Grun. (Fig. 344 D), *S. pulchella* Kütz., *S. Ulva* (Nitzsch) Ehrenb., *S. acus* (Kütz.) Grun., *S. capensis* Grun. (Fig. 344 A).

Sekt. II. *Ardissonia* De Notaris. Schalen lineal, Streifung transversal, durch 2 dem Rand benachbarte parallele Furchen oder Linien unterbrochen: *S. fulgens* (Kütz.) W. Sm. (Fig. 344 B, C), *S. crystallina* (Lyngb.) Kütz., *S. superba* (Kütz.) Grun. (Fig. 345), *S. gracilis* Kütz. (Fig. 346).

Sekt. III. *Tozarium* Bail. Schalen sehr lang gestreckt, in der Mitte verdickt, an den Polen zu Köpfchen erweitert. Seiten meist undulierend. Transversalstreifung im Zentralteil

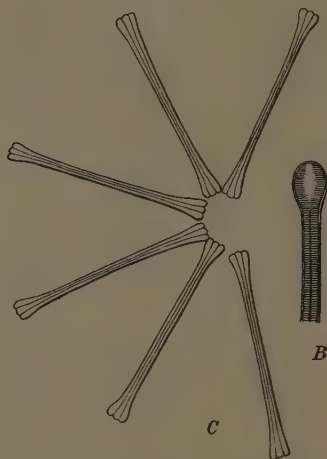


Fig. 349. *Asterionella formosa* Hass. A Schalenansicht (600/1); B Köpfchen in Schalenansicht (1000/1); C Kette (500/1). (Nach Van Heurck.)

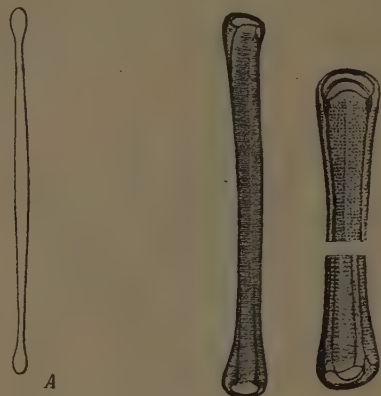


Fig. 351. *Tubularia pistillaris* Brun. (600/1). (Nach Van Heurck.)

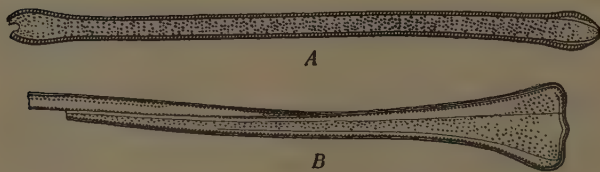


Fig. 350. A *Clavicula polymorpha* Grun. et Pant. var. *aspicephala* Pant. (225/1). — B *C. platycephala* Grun. (Fragment) (500/1). (Nach Pantocsek.)



Fig. 352. *Ceratoneis arcus* (Ehrenb.) Kütz. (500/1). (Nach Smith.)

die Pseudoraphe nicht erreichend, hier einen länglichen, unregelmäßig punktierten Hof bildend. — *S. undulata* (Bail.) Greg. (Fig. 347); *S. Henedyana* Greg.

123. *Thalassiothrix* Cl. et Grun. (1880). Zellen lineal, durch kleine Gallertpolster mit je einer Ecke verbunden strahlige Kolonien bildend. Zellen *Synedra*-ähnlich, Transversalschnitt quadratisch, das eine Zellende in Schalenansicht schmaler, in Gürtelansicht breiter als das andere. Schale mit 2 Reihen erhabener Punkte oder Stachelchen.

6 Arten, marin: *T. Frauenfeldii* Grun. (Fig. 348 A—C) und *T. longissima* Cleve et Grun. (Fig. 348 D—H).

124. *Centronella* M. Voigt (1902). Die sehr zarte Form gleicht drei an einem Ende zusammengewachsenen Exemplaren einer *Synedra*. Am zusammengewachsenen Ende eine

stärkere etwas unregelmäßige Verbreiterung. Im übrigen stehen die drei Arme unter dem Winkel von  $120^\circ$  regelmäßig angeordnet. Die schwierig zu erhaltende Gürtelseite gleicht einer *Synedra*-Gürtelseite.

1 Art im Süßwasser verschiedener Seen in Holstein und Schlesien. A. S., Atlas 334, gez. von Fr. Hustedt.

125. *Asterionella* Hass. (1850). Zellen schmal lineal, mit ungleich stark verdickten Polenden. Ende in Schalenansicht kopfförmig, in Gürtelansicht linear. Enden ungleich, aufgeschwollen. Mit dem dickeren Ende zu sternförmigen Colonien verwachsen.

10 Arten, im Süß- und Salzwasser. A. *formosa* Hass. (Fig. 349).

126. *Clavicula* Pant. (1886). Zellen langgestreckt, mit verdickten Polen, 2 glatten, über die ganze Schale gestreckten Längszonen, mit zentralem und 2 lateralen Bändern von Punkten. Systematische Stellung unsicher.

5 Arten, fossil. C. *polymorpha* Grun. et Pant. (Fig. 350 A), C. *platycephala* Grun. (Fig. 350 B).

127. *Tubularia* Brun. (1894). Zelle halbtröhrenförmig, etwas tordiert, in Gürtelansicht flach. Schalen transversal gestreift, mit dunkler Sagittallinie, Enden der Röhre schief geöffnet, mit großem hyalinem Feld.

1 sehr seltene Art, T. *pistillaris* Brun. (Fig. 351), an der atlantischen Küste.

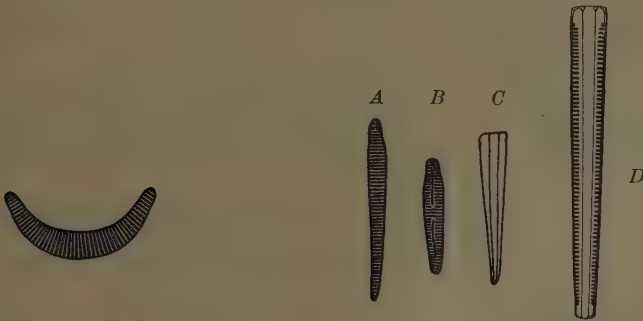


Fig. 353. *Amphicampa* (*Pseudoeunotia*) *hemicyclus* (Ehrenb.) G. K. (Nach W. Smith.)

Fig. 354. *Peronia erinacea* Bréb. et Arn. A, B Ansicht der beiden verschiedenen Schalen. B mit, A ohne Raphe. C, D Gürtelansicht. (A–C nach Hustedt (1000/1); D nach Van Heurck (1000/1).)

#### B. V. 12. c. *Fragilariaceae-Fragilarioideae-Amphicampeae*.

Zellen in Gürtelansicht rechteckig, Schalenansicht C-förmig gebogen. Transversalschnitt rechteckig. Pseudoraphe der konkaven Schalen Seite genähert. Zentralknoten meist fehlend. Polarknoten dem Rande genähert. Schalen transversal gestreift. Chromatophoren: 2 Platten, den Schalen anliegend.

A. Beide Pole gleich entwickelt.

- a. Pseudoraphe deutlich, dem konkaven Rande genähert. Zentralknoten erkennbar, Polarknoten deutlich. Konkaver Schalenrand in der Mitte mit Anschwellung 128. *Ceratonais*.
- b. Schalenfläche ohne Unterbrechung transversal gestreift. Pseudoraphe nicht sichtbar oder ganz an den Rand verschoben und ohne Anschwellung des konkaven Schalenrandes

#### 129. *Amphicampa*.

128. *Ceratonais* Ehrb. (1840). (*Eu-Ceratonais* Grun., *Toxosira* Bréb.). Zellen frei, in Gürtelansicht linear, in Schalenlage bogenförmig. Schalen mit deutlichen Polarknoten und nicht minder deutlichem, ringförmigem Zentralknoten; Pseudoraphe dem konkaven Rande sehr genähert.

1 Art in Flüssen und Bächen Europas: C. *arcus* (Ehrbg.) Kütz. (Fig. 352).

129. *Amphicampa* Ehrb. (1849) (*Eunotia* Ehrb., *Pseudoeunotia* Grun., *Climacidium* Ehrenb., *Desmogonium* Ehrenb., *Heterocampa* Ehrenb., *Ophidocampa* Ehrenb., *Ponticella* Ehrenb.). Zellen frei oder zu Bändern vereinigt; in Gürtelansicht rechteckig, in Schalen-

ansicht bogen-halbmondförmig. Der konvexe Rand glatt, höchstens an den Enden rückgekrümmt. Schalen transversalgestreift ohne Rippen. Polar- und Endknoten fehlen. Chromatophoren: klein, plattenförmig.

14 Arten meist in Süßwasser: *A. hemicyclus* (Ehrbg.) G. K. (Fig. 353).

## B. II. Raphidioideae.

### B. VI. 13. Eunotiaceae-Peronioideae.

Zellen in Gürtelansicht keilförmig.

130. *Peronia* Bréb. et Arn. (1868) (*Sceptroneis* Ehrb.). Zellen in Schalenansicht linear, an einem Pole deutlich verjüngt, durchweg zart transversal gestreift. Raphenanfang der einen Schale aus zwei kurzen Raphenenden bestehend, mit schwachem End- ohne Zentralknoten; Schalen mit 1—2 Gallertporen, die in der keilförmigen Gürtelansicht nach innen vorspringen (Fig. 354).

4 Arten im Süßwasser, rezent und fossil. A. S. Atlas 306, 25—31.

### B. VI. 14. Eunotiaceae-Eunotioideae.

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. Schalen beide mit Raphenanfang und Endknoten, isopol . . . . . | 131. <i>Eunotia</i> .   |
| 2. Schalen heteropol . . . . .                                    | 132. <i>Actinella</i> . |

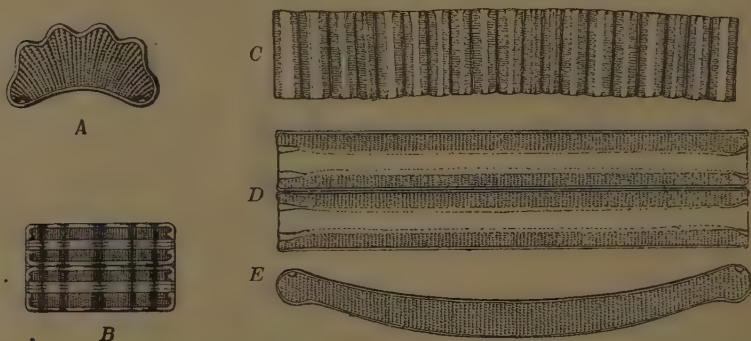


Fig. 353. A, B *Eunotia tetraodon* Ehrenb. (400/1). A Schalenansicht, B Gürtelbandseite. — C, D *E. pectinalis* Kütz. var. *undulata* Ralfs. Kette (200/1). (Nach W. Smith.) D, E *E. (Himantidium) major* (W. Sm.) Rabh. (400/1).

131. *Eunotia* Ehrb. (1837) (*Desmogonium* Ehrb., *Himantidium* Ehrb.). Zellen frei, oft einzeln auf Wasserpflanzen, oder zu Bändern verbunden. Schalen  $\pm$  gekrümmt, an der konvexen Seite am Rande oft gewellt. Apikalachse ist isopol. Raphenanfang mit deutlichem glatten Endpolarfeld  $\pm$  weit sagittal; dem konkaven Rand stark genähert verlaufend. Stets ohne Zentralknoten. Bei der Kürze der Raphe ist nach Hustedt eine Bewegung der meist großen Zellen ausgeschlossen, so dient die Raphe dem Stoffaustausch. Zeichnung durchweg transversale Streifung. Gürtelansicht rechteckig. Chromatophoren kleinplattig. Auxosporen nach Thwaites eine aus zwei Mutterzellen.

Sekt. I. *Eueunotia* F. S. Zellen meist einzeln; konvexer Schalenrand glatt oder gewellt, in der Mitte angeschwollen. Zahl der Wellen gibt meist den Namen der Arten, so *E. diodon* mit zwei, *tridodon*, *tetraodon* usw. alle im Süßwasser, meist Europa. Fig. 355 A, B: *Eunotia tetraodon* Ehrbg., vgl. Fig. 176, S. 178.

Sekt. II. *Himantidium* Ehrbg. Zellen mit mehr glattem Schalenrand, am Ende kopfig angeschwollen, sonst schlank. Am Ende oft ein Gallertporus einspringend. Raphenanfang wie bei *Eueunotia*.

Im Süßwasser und fossil. Fig. 355 C: *E. pectinalis* (Kütz.) var. *undulata* Ralfs. Fig. 355 D, E. *E. (Himantidium) major* (W. Sm.) Rabh.

132. *Actinella* Lewis (1865) (*Desmogonium* Eul.). Schalen gebogen, an den Enden ungleich, keulenförmig, angeschwollen, bisweilen am konvexen Rande gezähnt, mit deut-

lichen Polarknoten. Schalenrand mit großen Perlen und oft mit kleinen Dornen. Struktur fein punktierte Streifung. Zellen mit den schmälern Enden angewachsen, fächerförmige Kolonien bildend.

4 Arten im Süßwasser und fossil. *A. punctata* Lewis (Fig. 356 A, B), fossil, in Nordamerika, *A. mirabilis* Grun. (Fig. 356 C) in Brasilien rezent.

### B. III. Monoraphideae.

#### B. VII. 15. Achnanthaceae-Achnantholideae.

Zellen zu Sagittal- und Transversalschnitt symmetrisch, zu Gürtelschnitt nicht symmetrisch. Teilungsebene gebrochen, so daß auch die Raphe gebrochen ist. Schalen ungleichartig, die eine mit echter Raphe, die andere nur mit Raphenlinie (Pseudoraphe).

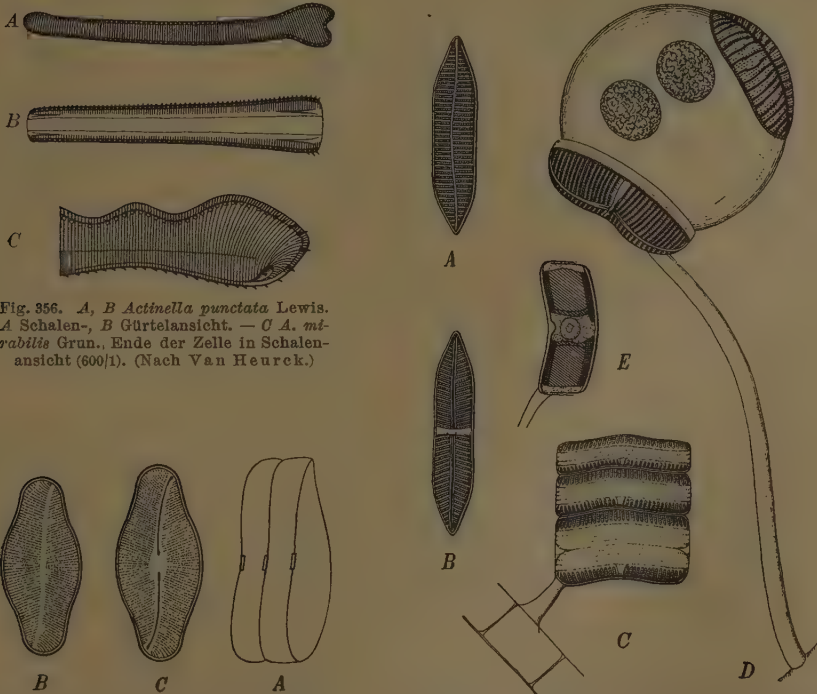


Fig. 356. A, B *Actinella punctata* Lewis. A Schalen-, B Gürtelansicht. — C *A. mirabilis* Grun., Ende der Zelle in Schalenansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

Fig. 357. A—C *Achnanthes brevipes* Ag. A, B Schalenansicht. A obere konvexe, B untere konkave Schale; C kurze Kette in Gürtelansicht. — D Auxosporenbildung von *A. longipes* Ag., der Stiel ist an der Mittellinie befestigt, was in der Zeichnung nicht wiedergegeben ist. (Sämtlich 400/1.) E Chromatophoren von *A. brevipes* (500/1). (A—C nach W. Smith; D nach T. West; E nach Pfitzer.)

Transversalachse gerade. Zellen nicht flach scheibenförmig. Ausdehnung in Richtung der Sagittalachse überwiegend, in transversaler Richtung oft flach zusammengedrückt.

133. *Achnanthes* Bory (1822) (*Achnanthella* Gaill., *Cymbosira* Kütz., *Echinella* Bréb., *Monogramma* Ehrenb.). Zellen zu Sagittal- und Transversalebene symmetrisch, zu mittlerem Querschnitt unsymmetrisch, knieförmig um die Transversalachse gebogen. Schalen vom Schiffchentypus elliptisch bis lanzettlich gestreckt, oft in der Mitte transversal ein-

geengt oder eingeschnürt, ungleichartig, die obere konvex mit Pseudoraphe, die untere konkav mit echter Raphe und mit Zentral- und Polarknoten. Beide Schalen sind gestreift mit transversalen Punktreihen, bisweilen mit Rippen zwischen den Punktreihen, die um den Zentralknoten bisweilen schwachstrahlig angeordnet sind. Der Zentralknoten der konkaven Schale ist oft zu einem Stauros verbreitert. Die Zellen leben einzeln oder bleiben nach der Teilung vereinigt, meist kurze, bisweilen lange Ketten bildend, wobei die Sagittallinien der benachbarten entgegengesetzt, aber gleich stark gebogenen Schalen lückenlos aneinander haften. Die Ketten sind gestielt, indem an dem einen Pol der konkaven rapheführenden Schale der primären Zelle aus einem Gallertporus ein Gallertstiel ausgeschieden wird, mittels dessen die Zelle am Substrat befestigt ist. Die folgenden Zellen scheiden keine Gallerte mehr aus. Der Stiel ist wachstumsfähig, bei verschiedenen Arten aber verschieden stark und haftet am Pol der unteren konkaven Schale. Chromatophoren teils eine große Platte, der konvexen Schale anlagernd, teils kleine Körnchen. Auxosporen: 2 aus echter Konjugation von zwei Mutterzellen (S. 188 Fig. 183, 188), bei einzelnen Arten aber mit reduzierter Sexualität.

Sekt. I. *Euachnanthes* F. S. Raphe und Pseudoraphe sind gerade median, oder wenig exzentrisch, nicht S-förmig gebogen. Zellen meist gestielt. — 68 Arten im Süß- und Brackwasser, an der Meeresküste und fossil. Marine Arten, deren untere Schale mit Stauros, Rippen und Punktreihen versehen ist, sind: *A. longipes* Ag. (Fig. 357 D) mit schlankem, kräftigem, langem Stiel, in Ost- und Nordsee. *A. costata* Grev., tropisch. Mit Stauros ohne Rippen und mit etwas erzentrischer Pseudoraphe sind: *A. brevipes* Ag. (Fig. 357 A—C u. E) mit kurzem, kräftigem, zylindrischem Stiel, in Ost- und Nordsee, Mittelmeer. *A. subsessilis* Kütz., dessen Stiel zu einem formlosen, kleinen Gallertklumpen reduziert ist, im Süß- und Brackwasser (s. S. 191, Fig. 188), in Nordeuropa. *A. coarctata* (Bréb.) Grun., in der Mitte und nahe den Polen transversal eingezogen. Enden wieder kopfartig verbreitert; im Süßwasser Nordeuropas. *A. exilis* Kütz. mit sehr langen, dünnen, fadenartigen Stielen, im Süßwasser, in Europa und Afrika. Ohne Stauros: *A. delicatula* Kütz., *A. minutissima* Kütz.; beide im Süßwasser.

Sekt. II. *Achnantheidium* Kütz. (1844) (*Falcatella* Rab.). Schalen elliptisch, in mittlerer Transversalrichtung ausgebaucht. Raphe und Pseudoraphe S-förmig gebogen, mit den Enden den Seitenrändern genähert. Zellen meist frei. — 2 Arten im Süßwasser, z. B. *A. flexella* Kütz.

#### B. VII. 16. Achnanthaceae-Cocconeidoideae.

Schale zu Sagittal- und Transversalschnitt symmetrisch. Zellen flach, plattenartig, Zentralachse verkürzt. Schalen ungleichartig, obere mit Pseudoraphe, untere mit echter Raphe und Zentralknoten, meist ohne Polarknoten. Gürtelansicht zum Transversalschnitt symmetrisch. Schale  $\pm$  gebogen, doch so, daß die Sagittalachse gerade bleibt. Oft mit Zwischenbändern und Transversalseptum, das so reichlich gefenestert ist, daß nur schmale Stäbe zwischen den Fenstern übrigbleiben, die in Schalenansicht als Rippen erscheinen. Chromatophoren: Eine der konvexen Schale anliegende Platte. Auxosporen: Zwei Mutterzellen bilden geschlechtlich eine Auxospore (S. 188, Fig. 183).

A. Septum flächenhaft nach innen reichend, mit großen Fensterchen . . . 134. *Campyloneis*.

B. Septum fehlt oder bildet nur einen schmalen Rand radialer kleiner Fensterchen

135. *Cocconeis*.

134. *Campyloneis* Grun. (1862). Zellen nach Sagittal- und Transversalschnitt symmetrisch, nach medianem Querschnitt unsymmetrisch, in Gürtelansicht gebogen. Schalen verschieden, untere mit gerader Raphe und Zentralknoten, ohne Polarknoten, obere mit Pseudoraphe, ohne Knoten, netzig punktiert. Zwischen unterer Schale und Gürtelband ein Zwischenband mit vollständigem, bis zur Mitte reichendem Transversalseptum, durch eine Zone von vorgestreckten Fenstern durchbrochen, deren Wände in unterer Schalenansicht als Rippen erscheinen. Chromatophoren: Eine große Platte, der oberen Schale anliegend.

5 Arten, marin und fossil; z. B. *C. Grevillei* (W. Sm.) Grun. (Fig. 359), marin und kosmopolitisch; *C. Argus* Grun. in Norddeutschland.

135. *Cocconeis* Ehrb. (1838) (*Actinoneis* Cleve, *Heteroneis* Cleve). Zellen *Navicula*-ähnlich, flach-blattartig, oder nach Art einer konkav-konvexen Linse gewölbt, gerade oder gebogen, in Schalenansicht rund-elliptisch bis kreisförmig, mit meist punktierter Streifung, die in der Mitte fast transversal, nach den Polen zu mehr gekrümmt, hyperbolisch wird. Schalen ungleichwertig, die eine dem Substrat zugekehrte mit echter Raphe und

Knoten, die andere mit Pseudoraphe ohne Knoten. Ein Zwischenband mit Quersepten vorhanden oder fehlend. Querseptum — wenn vorhanden — nur einen Randkranz bildend, nicht bis zur Mitte reichend, so daß die Hauptfläche des Querschnitts frei davon bleibt. Randseptum mit vielen Ausschnitten, erscheint in Schalenansicht als Kranz kleiner Plättchen. Die stäbchenartig schmalen Trennungswände der Ausschnitte erscheinen in Schalenansicht wie ein Kranz kurzer radialer Randrippen. Chromatophoren: Eine große Platte, der konvexen Schale anliegend. Auxosporen: Aus zwei Mutterzellen entsteht in dicker Gallerthülle auf geschlechtlichem Wege eine Auxospore. Die Zellen leben isoliert oder in Mengen nebeneinander, nicht übereinander, meist epiphytisch auf höheren Algen.

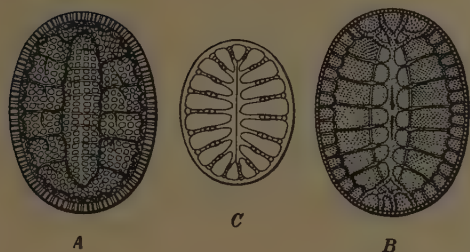


Fig. 359. *Campyloneis Grevillei* (W. Sm.) Grun. A obere Schalenansicht ohne Raphe; B untere mit Raphe; C Zwischenband mit Septum, mit Fensterzone und Radialwänden (Rippen). (Nach Van Heurck.)

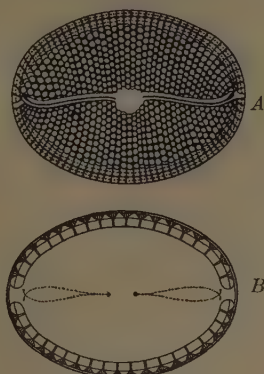


Fig. 361. *Cocconeis (Orthonais) punctatissima* Grev. A Zelle in Schalenansicht; B Zwischenband mit Septum in Schalenansicht, mit Andeutung der Medianlinie der beiden Schalen als punktierte Linien (500/1). (Nach Van Heurck.)

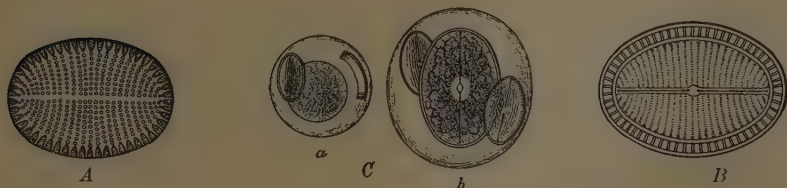


Fig. 360. A, B *Cocconeis (Eucoconeis) scutellum* Ehrenb. A obere, B untere Schale (600/1). — C a und b C. placenta Ehrenb. Auxosporenbildung. Schalen der zweiten Mutterzelle fehlen. (A, B nach Van Heurck; C nach W. Smith.)

Sekt. I. *Eucoconeis* Cleve (1895). Schalen gebogen. — 107 Arten. Obere Schale z. T. hyperbolisch gerippt, z. B. *C. pacifica* Grun., marin, z. T. punktiert hyperbolisch gestreift, z. B. *C. scutellum* Ehrenb. (Fig. 360 A, B), gewöhnlichste marine Form; z. T. bilden die Punkte außer den hyperbolischen noch annähernd sagittale zarte Streifen, z. B. *C. pediculus* Ehrenb., gewöhnlichste Süßwasserform, *C. placenta* Ehrenb., häufige marine u. Süßwasser-Form; z. T. finden sich wenige kräftige Sagittallstreifen, z. B. *C. pellucida* Grun., marin, tropisch; z. T. ist die Streifung so zart, daß die Schale fast glatt ist: *C. diaphana* W. Sm., marin, Europa.

Sekt. II. *Orthonais* Grun. (*Stictoneis* Grun.) Schalen gerade; Raphe exzentrisch.

Subsekt. I. *Euorthoneis* F. S. In Schalenansicht mit kurzen Randrippen. — 10 marine und fossile Arten, z. B. *C. fimbriata* Brightw., Mittelmeer, trop. Atlantik und Pazifik. *C. punctatissima* Grev. (Fig. 361) besitzen meist 2 Raphen, Übergang zu d. Biraphideen.

Subsekt. II. *Anorthoneis* Grun. (1867). Ohne Quersepten, in Schalenansicht ohne Randrippen. — 1 marine Art, *C. excentrica* Donk.

## B. IV. Biraphideae.

## B. VIII. 17. Naviculaceae-Naviculoideae.

Beide Schalen gleichartig, d. h. mit echter Raphe, meist auch gleich, bisweilen etwas abweichend geformt, eben oder wenig konvex, mit gerader oder gebogener Raphe und einem Zentralknoten und 2 Polarknoten. Umriß  $\pm$  schiffähnlich, zur Raphe-(Sagittal-) Achse) und Transversalachse meist symmetrisch. Gürtelansicht zum Transversal- und mittleren Querschnitt meist symmetrisch. Ohne oder mit Kiel. — Chromatophoren: meist 2 große Platten, den Gürtelbändern anliegend.

Über die Naviculaceen und ihre Verwandten liegt eine umfangreiche Monographie von Cleve aus dem Jahre 1894 und 1895 vor. Leider ist die verdienstvolle Arbeit ohne hinreichende Berücksichtigung lebenden Materials verfaßt und beschränkt sich also in der Hauptsache auf Schalensystematik. Der Verfasser gesteht selber, daß lebendes Material und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen erst die Grundlage eines halbwegs natürlichen Systems liefern können, doch habe er dazu nicht die Zeit gefunden. Außerdem beginnt Cleve, von den Nitzschien ausgehend, mit den allerschwierigsten geflügelten und tordierten Formen wie *Amphiprora*, *Tropidoneis* und so weiter, so daß auch aus diesem Grunde das Werk hier nicht als Grundlage gewählt werden konnte. — Ferner liegt eine größere Zahl von Arbeiten von Mereschkowsky vor, der zwar den Aufbau des Zellinhaltes in Betracht zieht, aber wiederum in so einseitiger Weise, daß z. B. bei der von ihm geschaffenen Gattung *Catenula* über die Schalenzeichnung, Raphe usw. auf der ihr gewidmeten Farbenscheibe kaum etwas Genaueres erkannt werden kann. Somit vermag ich weder Cleve noch Mereschkowsky zu folgen und halte die Van Heurck-Schüttche Aufstellung noch für die beste, solange keine ganz natürliche, unter voller Berücksichtigung von Plasmabau und Entwicklungsgeschichte geschaffen werden kann.

Die Zusammengehörigkeit der Naviculaceen tritt nicht etwa nur in gleichem Zell- aufbau hervor, sondern auch der Entwicklungsgang ist derart gleichartig, daß es schwierig ist, darauf eine andere Einteilung zu begründen. In allen bekannten Fällen ist die Auxosporenbildung an die sexuelle Vereinigung von vier in Reduktionsteilung, unter Beseitigung von ebenso vielen offenbar nicht verwendbaren Kleinkernen, gebildeten Gameten zweier Mutterzellen geknüpft, so daß zwei Zygoten entstehen, die innerhalb des geringelten Perizoniums zu Auxosporen auswachsen. (Nur bei *Libellus* scheint die sexuelle Vereinigung bei der äußerlich ebenso erscheinenden Auxosporenbildung zu fehlen.) Läßt sich also auf Grund der Entwicklung kein zu systematischer Einteilung berechtigender Unterschied entdecken, so muß es beim alten bleiben. Nur soll die Verschiedenheit in der Zahl der Chromatophoren möglichst zum Ausdruck gebracht werden, wenn schon keine Neueinteilung darauf gegründet werden kann, da man weiß, daß z. B. innerhalb der gut charakterisierten Gattungen *Pleurosigma* und *Auricula* neben der plachochromatischen Mehrzahl der Arten auch typisch coccochromatische gefunden werden.

## Einteilung der Naviculaceae.

## A. Schalen ohne echte Seitenkammerchen.

a. Schale ohne Kiel . . . . . A. Naviculaceae.

a. Schalen gleich, nicht sagittal gebogen.

I. Raphe fast gerade, Enden nach derselben Seite geknickt I. Naviculoideae.

1. Raphehälften nicht zwischen Parallelfalten eingeschlossen. Knoten rund oder transversal verbreitert . . . . . 136. Navicula.

× Schalen mit einfacher äußerer Strukturschicht.

† Schale ohne Stauos, Enden der Raphe nach derselben Seite umgeknickt.

1. Navicula.

△ Zellen frei . . . . . a. Eu-Navicula.

△△ Zellen in Gallertschläuchen . . . . . b. Schizonema.

†† Schale mit Stauos . . . . . 2. Stauroneis.

△ Zellen frei.

○ Gürtel ohne Zwischenbänder und Septen.

□ Gürtel einfach, unverzweigt . . . . . a. Eu-Stauroneis.

□□ Gürtel verzweigt . . . . . b. Schizostauron.

## ○○ Gürtel mit Zwischenbändern.

□ Zwischenbänder mit Septen . . . c. *Pleurostauron*.□ Zwischenbänder ohne Septen . . . d. *Libellus*.△△ Zellen zu gallertigen Pseudothallomen vereinigt . . . e. *Dickieia*.×× Schalen mit doppelter, einer inneren und einer äußeren Strukturschicht, Rapheenden nach entgegengesetzten Seiten umgeknickt . . . 3. *Dictyoneis*.

† Innere Schicht retikuliert.

△ Reticulum mit gerundeten Maschen . . . a. *Eu-Dictyoneis*.△ Reticulum rhomboid oder rektangulär . . . b. *Trachyneis*.†† Innere Schicht mit Transversalrippen . . . c. *Mastoneis*.2. Raphehälften von parallelen Schalenfalten begleitet . . . 137. *Cymatoneis*.

3. Raphehälften zwischen 2 Kieselrippen eingeschlossen. Knoten meist transversal verschmälert, sagittal oft verlängert.

× Zentralknoten klein, wenig oder gar nicht verlängert. Zellen frei.

† Schalen 4eckig . . . 138. *Cistula*.

†† Schalen nicht viereckig.

a. Zellen ungestielt . . . 139. *Frustulia*.b. Zellen gestielt, nur 1 Chromatophor . . . 140. *Brebissonia*.×× Zentralknoten sehr stark linienhaft verlängert . . . 141. *Amphipleura*.△ Ohne Nebenlinien. Kieselrippen breit . . . 142. *Reicheltia*.△△ Neben der Sagittallinie beiderseitig eine und am Rand eine zweite Perlenreihe . . . 143. *Rouxia*.II. Raphe (Polspalten) stark S- oder C-förmig gebogen II. *Pleurosigmoideae*.

## 1. Raphe und Querschnitt S-förmig.

× Zelle um die Sagittalachse nicht tordiert, Gürtelband gerade, Schale wenig gewölbt. Chromatophoren sehr wechselnd . . . 144. *Pleurosigma*.△ Streifung nach 3 Richtungen unter spitzem Winkel, nicht sagittal. Chromatophoren bandförmig oder coccochromatisch, oft mit Pyrenoiden  
a. *Eu-Pleurosigma*.

△△ Streifung nach 2 Richtungen, rechtwinkelig, sagittal und transversal.

2 Platten wie bei *Navicula* ohne Pyrenoide . . . b. *Gyrosigma*.×× Zelle um mittlere Sagittalachse tordiert. Gürtel schief oder S-förmig. Schalen gewölbt. Vier Chromatophoren, je 2 auf jeder Gürtelseite mit je 1 Pyrenoid  
145. *Scoliopleura*.2. Raphe und Querschnitt C-förmig gebogen. Schalen stark unsymmetrisch zur Raphe  
146. *Toxonidea*.β. Schalen gleichartig, aber verschieden gebogen, *Achnanthes*-artig, die eine konkav, die andere konvex . . . 147. *Rhoiconeis*.b. Schalen mit Kiel . . . B. *Amphiproraceae*.

a. Zelle nicht oder wenig um die Sagittalachse tordiert. Schalen gleich, nicht um Transversalachse geknickt.

## I. Gürtelband ohne Falten.

1. Raphe gerade. Zentralknoten nicht verlängert. 2 Pyrenoid-führende Chromatophoren der Gürtelseite anliegend . . . 148. *Tropidoneis*.× Raphe median . . . a. *Orthotropis*.

×× Raphe exzentrisch.

† Kiel der Schalen nach verschiedenen Seiten seitlich verschoben (Diagonalstellung) . . . b. *Plagiotropis*.†† Kiel beider Schalen nach derselben Seite verschoben (Lateralstellung)  
c. *Amphoropsis*.2. Raphe S-förmig. Zellen nicht tordiert, Schale ohne Seitenlinie. Zwei bis vier Chromatophoren vorhanden . . . 149. *Donkinia*.

## II. Gürtelband mit Ringfalten (Zwischenbänder). Zelle nicht um die Sagittalachse tordiert.

1. Raphe S-förmig, median. Schale mit Seitenlinien neben dem Kiel. Nur 1 Chromatophor vorhanden . . . 150. *Amphiprora*.2. Raphe stark exzentrisch, nicht S-förmig, aber doppelt bogenförmig. Coccochromatisch oder meist nur 1 Chromatophor vorhanden . . . 151. *Auricula*.β. Schalen ungleich, mit verschieden stark gewölbtem Deckel und verschieden stark gebogener Raphe. Zelle um Transversalachse *Achnanthes*-artig geknickt, um Sagittalachse tordiert.2 Chromatophoren mit ausgezackten Rändern . . . 152. *Rhoicosigma*.B. Zellen mit Quersepten . . . C. *Mastogloiaaceae*.a. Ebene Quersepten ohne Seitenkammerchen . . . 153. *Diatomella*.b. Zwischenbänder und gekammerte Septen . . . 154. *Mastogloia*.c. Isolierte seitliche Kammerchen . . . 155. *Stigmaphora*.

136. *Navicula* Bory (1822) (*Alloioneis* Schum., *Anomoeoneis* Pfitz., *Bangia* Lyngb., *Caloneis* Cl., *Craticula* Grun., *Cyclophora* Castr., *Diadesmis* Kütz., *Diploneis* Ehrb., *Falcatella* Rabenh., *Lioneis* Ehrenb., *Melonavicula*?, *Neidium* Pfitz., *Oestrupia* Heid., *Perizonium* Cohn et Janisch, *Phlyctaenia* Kütz., *Pinnularia* Ehrenb., *Placoneis* Mereschk., *Pleuro-siphonia* Ehrenb., *Porostaurus* Ehrenb., *Pseudoamphiprora* Cl., *Pseudopleurosigma* Grun., *Raphidodiscus* Christ., *Schizostauron* Grun., *Sellaphora* Mereschk., *Stauroneis* Cl., *Stauroptera* Ehrenb., *Stictodesmis* Grun.). Zelle zu allen Hauptschnitten fast vollkommen symmetrisch. Ausdehnung in der Richtung der Zentralachse stets viel geringer als in sagittaler Richtung. Sagittalausdehnung meist auch bedeutend größer als Transversalausdehnung, die Zelle daher meist sagittal stabförmig oder sagittal-transversal plattenförmig. Schalenumriß kahnförmig, oval, elliptisch, lineal lanzettförmig. Beide Schalen gleichartig, vollkommen symmetrisch zur Transversalachse, fast vollkommen symmetrisch zur Sagittalachse. Beide Schalen mit Raphe und Zentral- und 2 Polarknoten. Alle 3 Knoten in einer Linie, rundlich, weder sagittal noch transversal balken- oder rippenartig ausgedehnt. Raphe gerade oder sehr wenig gebogen, an den polaren Enden

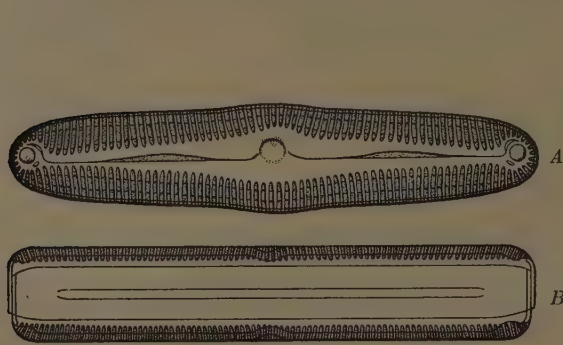


Fig. 362. *Navicula viridis* (Nitzsch) Kütz. A Schalen-, B Gürtelansicht. (Nach Pfitzer.)

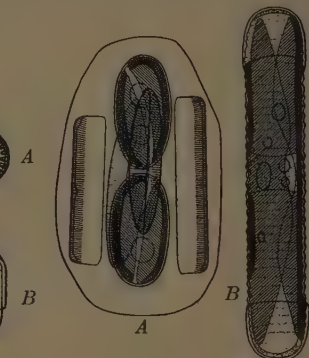


Fig. 363. *Navicula firma* Kütz. A, B Auxosporenbildung. A Schalen abgeworfen, Austritt des Plasmas; B Auxospore im Perizonium, vor Ausscheidung neuer Schalen (650/1). (Nach Pfitzer.)

meist nach derselben Seite kurz umgeknickt. Raphe selten zwischen rippenartigen, sagittalen Fortsätzen des Zentralknotens eingebettet. Schalendeckel flach gewölbt oder eben. Oberfläche punktiert, gestreift oder gerippt. Strukturierung der Schale: teils auf der Außenseite, teils durch innere Höhlungen gebildet, wie die großen sogenannten »Rippen« der Pinnularien. Im übrigen meist einfach d. h. nur einseitig, selten (*Dictyoneis*) auf beiden Seiten strukturiert. Strukturierung in der Mitte oft unterbrochen durch eine den Knoten umgebende rundliche oder viereckige glatte Fläche (Zentralfeld, zentrale Area) und durch ebensolche Streifen, welche die Raphe umfassen (Sagittalfelder). Transversal verbreiterte zentrale Area und Sagittalfelder bilden oft ein Kreuz. Außer den Feldern finden sich oft noch  $\pm$  breite, bisweilen sehr feine, sagittale Furchen dem Rande oder der Raphe genähert. Schalenoberfläche ist ohne kielartige Erhebungen. Chromatophoren: meist 2 große Platten, den langen Gürtelseiten anliegend, die bei der Zellteilung zunächst längs der Wand fortwandernd von den Gürtelbändern auf die Schalen hinüber-rücken und dort durch schiefe Einschnitte geteilt werden, oder die vor der Teilung nicht wandern und an den Gürtelbändern durch sagittale Einschnitte geteilt werden. — Auxosporen: 2 Mutterzellen, parallel nebeneinander gelagert, umhüllen sich mit Gallertkugel, werfen die Schalen ab, der Inhalt teilt sich in je 2 Gameten; diese kopulieren und bilden 2 Auxosporen, die von einer geringelten Kieselscheide (Perizonium) umhüllt sind.

900 bis 1000 z. T. schlechte Arten, im Süß-, Brack- und Seewasser über die ganze Erde verbreitet, auch fossil. Viele der beschriebenen Arten dürften sich bei strenger Revision der Gat-

tung als unhaltbar erweisen, die angeführte Artenzahl dürfte dann wesentlich kleiner ausfallen. *N. viridis* (Nitzsch) Kütz. (Fig. 362) und *N. firma* Kütz. (Fig. 363).

Wegen der großen Zahl und der großen Ähnlichkeit der einzelnen Formen ist die Übersicht der Arten schwierig. Man hat deshalb versucht die große Gattung in eine Anzahl kleinerer Gattungen aufzulösen. Für den, der sich nur mit dieser Gruppe beschäftigt, mag dies praktisch sein, für die wissenschaftliche Systematik ist es nicht als Fortschritt zu begrüßen, weil die Gattung in ihrer weitesten Ausdehnung eine sehr natürliche Gruppe bildet, die sich von den anderen Gattungen durch Verschiedenheit im Grundplan der Zelle auszeichnet, während die an ihre Stelle tretenden kleinen Gattungen sich nicht auf Unterschiede im Grundplan, sondern nur auf sekundäre Differenzen gründen, wie Verzierung der Membran durch rechtwinkelig oder schiefwinkelig gekreuzte Streifen, Perlen, Rippen oder strukturlose Partien der Schalenoberfläche. Solche sekundäre Unterschiede werden besser nur zur Unterscheidung von Arten und Sektionen benutzt, weil sonst der Ausdruck der nahen Zusammengehörigkeit aller Formen der großen Gattung zugunsten unrichtiger Übersichten verloren geht. Es ist deshalb vom allgemein-wissenschaftlichen Standpunkt für die systematische Botanik vorzuziehen, den zusammenfassenden Gattungsnamen zu erhalten und die kleineren Gruppen, die nur für den Spezialisten Interesse haben, die Übersicht über die Gesamtgruppe aber nur vermindern, als Untergattungen und Sektionen der Gattung in ihrer weitesten Ausdehnung unterzuordnen.

Bei der Einteilung der Gattung folgen wir in den Hauptzügen innerhalb der I. Untergattung dem von Van Heurck in seiner Synopsis angenommenen Prinzip.

Untergatt. I: *Navicula*. Zentralknoten nicht transversal verbreitert. (Ohne Stauros.) Raphe nach derselben Seite umgeknickt.

I. Teilgatt.: *Eu-Navicula*. Zellen frei, nicht in Gallertmassen eingeschlossen.

A. Schalen ohne deutliche Punktierung, mit einseitigen Höhlungen, den »Rippen«, oder kräftigen, rippenähnlichen Streifen, nie geigenförmig.

a. Rippen nicht in Perlen auflösbar. . . . . Sekt. I. *Pinnulariae*.

b. Streifen kräftig rippenähnlich, aber in Perlen auflösbar, strahlig, die Raphe ganz oder fast erreichend. . . . . Sekt. II. *Radiosae*.

B. Schalen mit Punkten oder feinen, nicht rippenähnlichen Streifen, oder Rippen abwechselnd mit Punktstreifen.

a. Streifung durch 2 der Raphe benachbarte Bänder (Sagittalbänder) unterbrochen.

a. Sagittalbänder schmal.

I. Sagittalbänder nicht leierförmig. . . . . Sekt. III. *Diploneis*.

II. Sagittalbänder leierförmig. . . . . Sekt. IV. *Lyratae*.

b. Schalen ohne Sagittalbänder, lanzettlich oder elliptisch oder lineal-lanzettlich.

a<sup>1</sup>. Streifen deutlich sichtbar.

a. Schalenmitte ohne Zeichnung oder mit spärlichen Punkten, dadurch als Stauros erscheinend. Streifen fein. . . . . Sekt. V. *Stauroneideae*.

β. Schalen ohne staurosähnliche Zeichnung.

I. Schalenpunkte keine sagittalen Zickzacklinien bildend.

1. Perlenstreifen keine sagittalen Linien bildend.

× Um Zentralknoten und Raphe großes streifenfreies Feld (zentrale Area und Sagittalfeld).

† Zentrale Area gestreckt, allmählich in die Sagittalfelder übergehend  
Sekt. VI. *Palpebrales*.

†† Zentrale Area rundlich, polarwärts plötzlich abbrechend, unvermittelt mit den Sagittalfeldern verbunden. . . . . Sekt. VII. *Abbreviatae*.

×× Fast die ganze Schale mit Perlen bedeckt. . . . . Sekt. VIII. *Perstriatae*.

2. Perlenstreifen bilden Sagittal- und Transversallinien.

× Schalen sehr gestreckt, fast lineal. . . . . Sekt. IX. *Johnsoniae*.

×× Schalen lanzettlich. . . . . Sekt. X. *Crassinerves*.

II. Schalenpunkte bilden sagittale Zickzacklinien. Zickzacklinien durch strukturlose Stellen oder Vertiefungen unterbrochen. . . . . Sekt. XI. *Anomoeoneis*.

b<sup>1</sup>. Streifung der Schalen fast unsichtbar, auch für die besten Objektive. Schale lang lanzettlich. . . . . Sekt. XII. *Fusiformes*.

c. Schalen mit einem oder mehreren geraden, randständigen, oder dem Rande benachbarten Bändern.

a. Schalen nicht lineal.

I. Schalen lanzettlich, groß. Streifen fein, eine große, glatte, zentrale Area freilassend  
Sekt. XIII. *Caloneis*.

II. Streifen fast parallel, oft etwas schief zur Sagittalachse. Marginales Band breit, sehr deutlich. . . . . Sekt. XIV. *Affines*.

β. Schalen lineal, Streifen frei, fast parallel, Band sehr deutlich, Polarknoten gestreckt, gebogen. . . . . Sekt. XV. *Lineares*.

d. Schalen mehr oder minder lineal, ohne Bänder.

a. Streifen strahlig, nur den Schalenrand einnehmend . . . . . Sekt. XVI. *Americanae*.

β. Streifen gewöhnlich gebogen, die Raphe erreichend. Schalenenden glatt, dick  
Sekt. XVII. *Bacilleae*.

e. Zellen sehr klein, Struktur schwer sichtbar . . . . . Sekt. XVIII. *Minutissimae*.

Sekt. I. *Pinnulariae*. 94 Arten. — A. Streifung durch kein marginales Band unterbrochen. — Aa. Größere Formen mit breiten, kräftigen Rippen (d. h. inneren Höhlungen). Schalen regelmäßig, lineal-elliptisch, in der Mitte und an den Enden oft etwas verdickt. — Im Süßwasser: *N. nobilis*, eine der schönsten Formen, ziemlich verbreitet; häufiger *N. viridis* (Nitzsch) Kütz. (Fig. 362). *N. cardinalis* Ehrenb., mit einem großen, breiten Kreuz durch Fehlen der Rippen gebildet. — Marin: *N. rectangulata* Grev., *N. cruciformis* Donk. — Ab. Kleinere Formen mit schmalen oder mittelstarken Rippen. Schalenumriß verschiedenartig, selten regelmäßig linear, oft im Mittelteil verbreitert und an den Enden verjüngt. — AbI. Schalenumriß weder an den Langseiten unduliert, noch in der Mitte verengt. — AbI1. Rippen weitläufig gestellt und kräftig. — AbI1†. Ohne staurosähnliches Mittelfeld: *N. borealis* im Süßwasser verbreitet. — AbI1††. Mit einem staurosähnlichen, rippenfreien Mittelfeld: *N. divergens* im Süßwasser. — AbI2. Rippen gedrängt. — AbI2†. Rippen die Raphe erreichend, auch die mittleren wenig verkürzt. Im Süßwasser: *N. sublinearis* Grun.; marin: *N. retusa* Bréb. — AbI2††. Rippen die Raphe nicht erreichend, die mittleren verkürzt oder fehlend. — AbI2††×. Schalen in der Mitte wenig oder gar nicht angeschwollen. Im Süßwasser: *N. Brebissonii* gemein; *N. stauoptera* mit auffallendem Pseudostauros; *N. Gibba* Kütz., *N. bicapitata* mit verschmälert geköpften Enden. — AbI2††××. Schalenumriß im Mittelteil angeschwollen: *N. globiceps* Greg. mit lang geschnäbelt-geköpften Enden. — AbII. Schalenumriß seitlich doppelt oder dreifach unduliert oder in der Mitte eingezogen: *N. Legumen* Ehrenb., weitverbreitet im Süßwasser. — B. Streifung durch ein marginales Band unterbrochen: *N. blanda* A. Schm. Marin.

Sekt. II. *Radiosae*. 102 Arten. — A. Endknoten den Enden der Schale genähert. — Aa. Streifen der Mitte strahlig, an den Enden konvergierend. — Aaβ. Streifung dicht: *N. oblonga* Kütz., Süßwasser. *N. peregrina* (Ehrenb.) Kütz. und *N. salinarum* Grun., Brackwasser. — Aaβ. Streifung locker, Streifen kräftig, kleine Formen mit hackenförmigem Endknoten: *N. nana* Greg. — Ab. Streifen in der Mitte strahlig, an den Enden senkrecht zur Raphe; meist marin, z. B. *N. cancellata* Donk. — Ac. Alle Streifen bis ans Ende strahlig. Marin: *N. distans* W. Sm. und Süßwasser: *N. lanceolata* Kütz. — Ad. Alle Streifen senkrecht zur Raphe: *N. directa* W. Sm. Fig. 182 f. — B. Endknoten von den Schalenenden entfernt. — Ba. Beide Seiten der Schale gleich: *N. compressicauda* A. Schm., marin. — Bb. Schalenstruktur etwas exzentrisch: *N. Cassii* Rab., Süßwasser.

Sekt. III. *Diploneis*. 130 Arten, meist marin. — A. Schalen mit Rippen und Perlreihen. — Aa. 2 Perlreihen zwischen den Rippen: *N. Crabro* Ehrenb., marin. *N. Smithii* Bréb. — Ab. Eine Perlreihe zwischen den Rippen: *N. interrupta* Kütz. — B. Schalen entweder mit Perlen oder mit Rippen: *N. didyma* Ehrenb., marin, gemein cf. Fig. 182 a–d. *N. notabilis* Grev. — *N. littoralis* Donk., marin; *N. oculata* Bréb., Süßwasser.

Sekt. IV. *Lyratae*. 49 Arten, meist marin. — A. Streifen der Schale grobkörnig: *N. praetexta* Ehrbg.; *N. Lyra* mit divergierendem, *N. spectabilis* mit geradem Sagittalband. — B. Schale mit feinen Punkten. Sagittalband stark konvergierend: *N. pygmaea* Kütz.; *N. Henedyi* W. Sm.

Sekt. V. *Stauroneideae*. 13 Arten, meist in Brackwasser. — *N. Tuscule* Ehrenb. in Süß- und Brackwasser; *N. mutica* Kütz., Brackwasser; *N. subinflata* Grun., marin.

Sekt. VI. *Palpebrales*. 27 Arten, meist marin; z. B. *N. palpebralis* Bréb., marin.

Sekt. VII. *Abbreviatae*. 23 Arten, meist marin; z. B. *N. brevis* Greg., marin.

Sekt. VIII. *Perstriatae*. 27 Arten; 2 halbmondförmige Bändchen in der Nähe des Knotens hat *N. Schumanniana* des Süßwassers. Ohne diese Bänder sind die meisten; z. B. im Brackwasser: *N. pusilla* W. Sm. marin; *N. humerosa* Bréb.; an der Nordseeküste häufig.

Sekt. IX. *Johnsonieae*. 4 Arten, meist marin; *N. Johnsonii* W. Sm., im Brackwasser nordatlantischer Küsten.

Sekt. X. *Crassinerves*. 13 Arten mit *N. ambigua* Ehrenb. und *N. cuspidata* Kütz. im Süßwasser; *N. decipiens* marin.

Sekt. XI. *Anomoeoneis*. 9 Arten; im Süßwasser: *N. sculpta* Ehrenb. und *N. sphaerophora* Kütz. Marin ist *N. tenuirostris* O. M. N. *serians* (Bréb.) Kütz.

Sekt. XII. *Fusiformes*. Meist marin. *N. fusiformis* Grun., marin.

Sekt. XIII. *Caloneis*. 40 Arten, meist marin; z. B. *N. formosa* Greg., *N. limosa* Kütz.

Sekt. XIV. *Affines*. 12 Arten, marin und im Süßwasser; z. B. *N. Iridis* Ehrenb., im Süßwasser.

Sekt. XV. *Lineares*. 9 Arten, marin; z. B. *N. Liber* W. Sm.

Sekt. XVI. *Americanae*. 1 Art. *N. americana* im Süßwasser.

Sekt. XVII. *Bacilleae*. 21 Arten, meist im Süßwasser. Typus: *N. Bacillum* Ehrenb.

Sekt. XVIII. *Minutissimae*. 42 Arten; dahin gehören: *N. minima* Grun., *N. atomus* Naegeli, *N. atomoides* Grun., *N. minuscula* Grun., alle im Süßwasser. — *N. incerta* Grun., marin.

II. Teilgatt.: *Schizonema* Ag. (1824) (*Scytonema* Ag.). Zellen wie *Navicula*, gewöhnlich schwach verkieselt, in Gallertschläuchen eingeschlossen, dadurch zu Kolonien vereinigt. Kolonien rasenbildend. Rasen *Ectocarpus*-ähnlich. Marin.

Sekt. I. *Eu-Schizonema* Ag. (*Naunema* Ehrenb., *Monema* Grev., *Monnema* Mengh., *Micromega* Ag.). Struktur nicht exzentrisch. Polarknoten den Enden genähert. — Marin. 39 Arten, deren Zahl durch Revision der Gattung wahrscheinlich reduktionsfähig ist. Einteilung in



Fig. 364. A, B *Navicula* (*Schizonema*) *Grevillei* Ag. A Zelle in Schalenansicht (400/1); B Schläuche mit Zellen. — C *N. (Schiz.) ramosissima* Ag., verzweigte Schlauchkolonie (nat. Gr.). (Nach W. Schmith.)

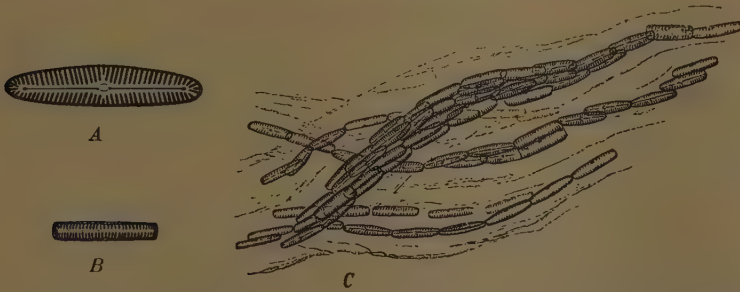


Fig. 365. *Navicula* (*Colletonema*) *lacustris* (Ag.) Kütz. A Schalenansicht (600/1); B Gürtelansicht (400/1); C Kolonien in Schläuchen (200/1). (A, B nach Van Heurck; C nach W. Smith.)

Untergruppen wie bei *Eu-Navicula*, von der die Trennung nicht streng durchzuführen ist, weil die Panzer nicht verschieden sind, freigewordene fossile und lebende Zellen also als *Eu-Navicula* eingereiht werden müssen: *N. crucigera* W. Sm., *N. Grevillei* Ag. (Fig. 364 A, B), *N. ramosissima* Ag. (Fig. 364 C). Nach der Verzweigung der Schläuche sind unterschieden worden: *Monema* (Grev.) Grun., Zellen einreihig oder gedrängt in einfachen Schläuchen lebend, und *Micromega* (Ag.) Grun., Zellen in geschachtelten Schläuchen lebend, d. h. zahlreiche Wohnschläuche der Zellen sind von einem dicken, gemeinsamen, verzweigten Gallertschlauch eingeschlossen, der an den Enden offen ist. Einteilung biologisch interessant, doch systematisch nicht gut durchzuführen. Bemerkenswert: *N. Smithii* Ag., *N. Grevillei* Ag., *N. ramosissima* Ag.

Sekt. II. *Colletonema* Bréb. (*Naunema* Ehrenb. z. T.). Struktur etwas exzentrisch. Polarknoten der Schale weit vom Ende entfernt und davon durch radialstrahlige Streifen ge-

trennt. — 4 Arten im Süßwasser. Bilden den Übergang zu *Encyonema*, z. B. *N. (C.) lacustris* (Ag.) Kütz. (Fig. 365).

Untergatt. II. *Stauroneis* Ehrb. (1843) (*Staurogramma* Rabh. für die Formen mit dekussierter Streifung der Schalen, *Endostauron* Grun. für die in Gallertschläuchen lebenden.) Zellen wie *Eu-Navicula*, doch mit transversal zu einem »Staus« verbreitertem Zentralknoten, häufig auch mit einer strukturlösen, transversal gestreckten, verbreiterten zentralen Area, die mit den Sagittalfeldern ein Kreuz bildet. Gürtel mit oder ohne Zwischenbänder, frei oder in Gallertschläuchen lebend. Chromatophoren wie bei *Navicula*. — 132 Arten; marin, Brack- und Süßwasser.

Sekt. I. *Eustauroneis* F. S. Zentralknoten zu einem einfachen Staus verbreitert, ohne Spaltung in Äste, Gürtel ohne Zwischenbänder und ohne Septen. Zellen frei, nicht in Gallertschläuchen lebend. Im Süßwasser: *N. Schinzii* (Brun.) in Afrika, *N. dilatata* (Ehrenb.) in Nordeuropa. — Im Brackwasser: *N. salina* (W. Sm.) in der östlichen Ostsee. — Marin: *N. septentrionalis* (Grun.) in Grönland. — *N. Phoenicenteron* (Nitzsch) (Fig. 366). *N. (Stauroneis) Gregorii* (Ralfs) mit nur einem viertellig tief gelappten Chromatophoren an einer Gürtelseite endigend und mit den Lappen bis auf die andere umgeschlagen. Gürtel mit Ringstreifen.

Sekt. II. *Schizostauron* Grun. Zentralknoten zum Staus transversal verbreitert. Seitenäste des Staus gabelig, von der Basis an zweiteilig oder mehrfach verzweigt. — Im Süßwasser: *N. crucicula* (Grun.) in Afrika und Südamerika. — Im Brackwasser: *N. sagitta* (Cl.) in der östlichen Ostsee. — Marin: *N. ovata* (Grun.) in Honduras.



Fig. 366. *Navicula (Eustauroneis) Phoenicenteron* Nitzsch (750/1). (Nach Van Heurck.)

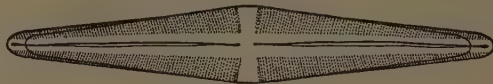


Fig. 367. *Navicula (Pleurostauron) acuta* (W. Sm.) Rab. (750/1). (Nach Van Heurck.)

Sekt. III. *Pleurostauron* Rabenh. Zellen Bandketten bildend. Schalen wie *Eu-Stauroneis*. Gürtelansicht mit Ringstreifen, von Zwischenbändern mit Septen herrührend. Meist im Süßwasser. Im Süßwasser: *N. parvula* (Jan), Nordeuropa u. A. — Selten im Brackwasser: *N. acuta* (W. Sm.) in Nordamerika (Fig. 367).

Sekt. IV. *Libellus* Cleve. (*Brachystira* Kütz.). Schale wie bei *Eu-Stauroneis*. Zentralknoten zu Transversalseptum ausgedehnt. Gürtelband mit Ringstreifen. (Zwischenbänder?) — 7 Arten; meist marine Küstenformen, vereinzelt auch in Salinen. *N. constricta* (Ehrenb.) (Fig. 368). Verbreitet in der Nordsee. *N. biblos* Cl. bei Barbados; Gürtel sehr stark zusammengesetzt. Auxosporen asexuell, vgl. S. 192.

Sekt. V. *Dickieia* Berkeley (*Endostauron* Grun.). Schalen transversal gestreift wie *Stauroneis* mit kreuzförmig verbreitertem Zentralknoten. Zellen in Gallerthüllen, die teils blattartige flache (*Eudickieia* D. T.), teils stark verzweigte, baumartige Pseudothallome (*Endostauron* Grun.) bilden, doch auch frei vorkommend z. B. bei Auxosporenbildung. — 2 marine Arten: *N. crucigera* (W. Sm.) (Fig. 369 A—B) an den europäischen Küsten; *N. ulvacea* (Berk.) (Fig. 369 C—E) an den schottischen Küsten.

Untergatt. III. *Dictyoneis* Cleve (1890) (*Pseudodictyoneis* Pant.). Zellen *Navicula*-artig. Schalen meist sagittal gestreckt, bisweilen transversal geigenförmig eingezogen, mit einer zwiefachen Strukturschicht, einer inneren und einer äußeren, von verschiedenem Charakter. Rapheenden nach entgegengesetzter Richtung umgeknickt.

Es ist die Ansicht ausgesprochen worden, daß die innere Strukturschicht einer eigenen Platte, d. h. einem Querseptum angehöre. Wenn dies richtig ist, so muß *D.* als eigene Gattung neben *Mastogloia* gestellt werden. — 18 Arten, marine Küstenformen.

Sekt. I. *Eu-Dictyoneis* Cleve. Schalen sagittal gestreckt, Form veränderlich, geigenförmig bis lanzettlich. Raphe gerade, an den äußersten Enden nach entgegengesetzter Richtung umgebogen. Schale mit zwiefacher Struktur, die äußere Schicht fein punktiert; Punkte zu dekussierten Reihen angeordnet; die innere Schicht unregelmäßig retikuliert mit runden Zellen. Randzellen oft größer als die andern, eine Reihe falscher Kämmerchen bildend. Gürtelband ohne Zwischenbänder. — 9 Arten, marin, an Küsten wärmerer Gewässer: *N. marginata*

Lewis im Mittelmeer, Westindien, fossil in Oamaru und Ungarn: *N. Thumii* (Cleve), weit verbreitet im Roten Meer, Indischen Ozean, im tropischen Atlantik; *N. rugosa* (Temp. et Brun.), fossil in Japan.

Sekt. II. *Trachyneis* Cleve (*Asperae* Grun.). Zellen *Navicula*-artig. Schalen  $\pm$  sagittal gestreckt, oft an den Langseiten zur Sagittalachse unsymmetrisch. Innerste Schicht grob punktiert, Mittelschicht mit  $\pm$  transversal gebogenen starken Rippen, die miteinander stellenweise anastomosieren, im übrigen ein rechtwinkeliges Areolennetz bildend. Die Außenschicht sehr fein punktiert. Punkte zu feinen sagittalen, bisweilen etwas schief gerichteten Streifen geordnet. Chromatophoren: 2 Platten dem Gürtelband anliegend. 8 Arten, marin: *N. aspera* Ehrenb. in kaltem und warmem Wasser, kosmopolitisch; *N. Antillarum* (Cleve), marin und im Brackwasser, an Küsten heißer Länder kosmopolitisch.

Sekt. III. *Mastoneis* Cleve. Schalen mit doppelter Struktur. Äußere Schicht trans-

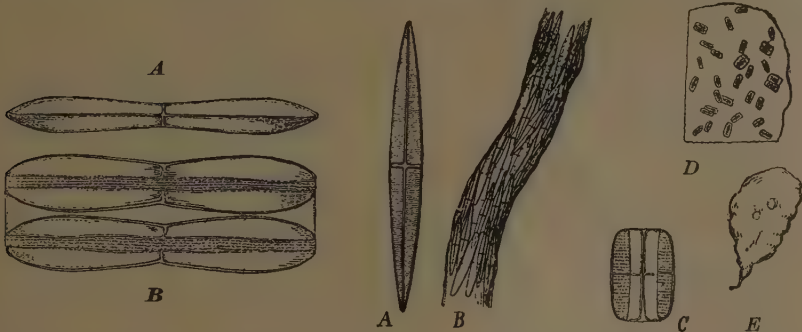


Fig. 368. *Navicula (Libellus) constricta* Ehrenb.  
A Schalen-, B Gürtelansicht (400/1).  
(Nach W. Smith.)

Fig. 369. A, B *Navicula (Dickieia) crucigera* W. Sm.  
A Zelle in Schalenansicht (400/1); B Pseudothallom mit  
dicht gedrängten Zellen (100/1). — C–E *N. (Dickieia)*  
*ulvacea* Berkl. C Zelle in Gürtelansicht; D Verteilung  
der Zellen im Pseudothallom (50/1); E blattartiges Pseu-  
dothallom (nat. Gr.). (Nach W. Smith.)



Fig. 370. *Cymatoneis circumvallata* Cl.  
(Nach Van Heurck.)

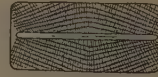


Fig. 371. *Cistula Lorenziana* (Grun.) Cleve,  
Schalenansicht (500/1). (Nach Van Heurck.)

versalstreifig punktiert, innere Schicht transversal gerippt. Rippen am Rande dicker. — 1 marine Art: *N. biformis* (Grun.) an den Küsten Australiens und im roten Meer.

137. *Cymatoneis* Cleve (1894). Zelle vom *Navicula*-Typus; Schale  $\pm$  elliptisch oder lanzettlich, durch 2 oder mehr der Raphe parallele Falten in 2 oder mehrere Abteilungen geteilt. Mittellinie mit genäherten Zentralporen und verlängerten Endspalten in einiger Entfernung von den Schalenenden. Sagittalfeld eng, zentrale Area klein, gewöhnlich rhomboidisch. Struktur: Punkte in transversalen und sagittalen Reihen.

3 Arten in wärmeren Meeren, z. B. *C. sulcata* (Grev.) Cleve, *C. circumvallata* Cleve (Fig. 370).

138. *Cistula* Cleve (1894). Zelle mit breiter, rechteckiger Schale, Zentralknoten sehr klein. Raphe zwischen 2 Kieserippen. Zentralporen der Raphe sehr genähert. Struktur: Radialstrahlen von mehreren glatten, lateralen Linien gekreuzt.

1 marine Art: *C. Lorenziana* (Grun.) Cleve (Fig. 371).

139. *Frustulia* Ag. (1824) (*Frickea* Heid., *Vanheurckia* Bréb. pro parte). Beide Schalen gleichartig. Raphe von zwei, Zentral- und Polarknoten nicht stark in die Länge gezogen. Ohne zentrale Area und ohne Sagittalfeld. Struktur: zu transversalen

und sagittalen Reihen angeordnete Punkte. Gürtel einfach, von verbindenden Kieselrippen eingefasst. Zentralknoten klein oder wenig verlängert, doch Zwischenbänder. Auxosporenbildung nach dem geschilderten *Navicula*-Typus (siehe Fig. 181).

Die Zellen leben frei oder sehr selten in einfacher Reihe in Gallertschläuchen eingeschlossen. — 5 Arten im Süß- und Brackwasser, z. B. *V. rhomboides* (Ehrenb.) D. T., *V. viridula* (Bréb.) D. T., *V. vulgaris* (Thwait.) D. T.

140. **Brebissonia** Grun. (1860) (*Doryphora* Kütz.; *Vanheurckia* Bréb. pro parte). Zellen wie bei *Frustulia*, mit Gallertstielen befestigt. Schalen symmetrisch, lanzettlich oder annähernd rhombisch. Zentralknoten zu einem kurzen Stäbchen verlängert. Ohne Sagittalebegleitlinien. Struktur: Grob, transversal, rippig gestreift und sehr fein sagittal streifig punktiert. Chromatophoren: eines einer Gürtelseite angelagert, schlägt sich über die beiden Schalenseiten hinweg auf die andere Gürtelseite herüber. Ein großes weit ins Zellumen vorspringendes Pyrenoid. Das Chromatophor ändert seine Lage während der Teilung nicht.



Fig. 372. *Brebissonia Boeckii* Kütz.  
Zellen auf Gallertstielen (100/L.)  
(Nach W. Smith.)



Fig. 373. *Brebissonia Boeckii* Grun. Schalenansicht.  
(Nach Hauptfleisch.)

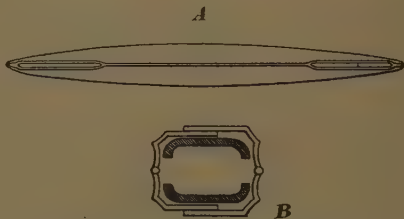


Fig. 374. *Amphipleura pellucida* (Ehrenb.) Kütz.  
A Schalenansicht (800/L); B Querschnitt.  
(A nach Van Heurck; B nach Borscow.)

Auxosporenbildung nach dem *Navicula*-Typus. Die Zellen leben frei oder meist an Gallertstielen befestigt bis zur Auxosporenbildung. 2 marine Arten, z. B. *Brebissonia Boeckii* Kütz., Fig. 372/373.

141. **Amphipleura** Kütz. (1844) (*Aulacocystis* Hass., *Berkeleya*, *Girodella* Gaill., *Homoeocladia* Ag., *Hydrolinum* Link., *Naunema* Ehrbg., *Monema* Grév., *Micromega* Ag., *Okedenia* Eulenstein, *Rhaphidogloia* Kütz.). Zellen sagittal gestreckt. Schalenansicht spindelförmig oder lineal. Zentralknoten stark verlängert, rippen- oder stabartig, durch den größten Teil der Zelle sich erstreckend, an den Enden in je 2 die Raphehälften umgebende Rippen auslaufend, dadurch mit den Polarknoten verbunden. Chromatophoren: 2 den langen Gürtelseiten anliegende Platten. Auxosporenbildung: 2 Zellen konjugieren und bilden 2 Auxosporen wie *Navicula*.

6 Arten, marin, im Brackwasser und Süßwasser, sowie fossil.

Zellen größer, frei oder in Gallertschläuchen lebend. Neben der Sagittallinie 2 parallele erhabene Linien, vorhanden oder fehlend. Brack- oder Süßwasser. — *A. pellucida* (Ehrenb.) Kütz. (Fig. 374), berühmtes Testobjekt.

142. **Reicheltila** (*Gomphopleura* Reichelt) H. v. H. (1895). Schalenansicht lanzettlich, *Gomphonema*-artig, leicht keilförmig. Gürtelansicht keilförmig. Oberfläche fast wie bei *Amphipl.*, Zentralknoten sehr stark stab-rippenartig verlängert, über einen großen Teil

der Schale sich erstreckend, an den Enden in 2, die beiden verkürzten Raphehälften säumende Rippen auslaufend. Struktur: transversale Rippen, zwischen denen 2 Reihen Perlen liegen.

1 fossile Art, *A. nobilis* (Reichert) (Fig. 375). *R.* bildet den Übergang von *Amphipleura* zu *Gomphonema*. Der Bau der Schale entspricht *Amphipleura*, die Symmetrieverhältnisse nähern sich *Gomphonema*.

143. **Rouxia** Brun. et Hér. (1893). Zelle langgestreckt lineal. Schale ähnlich *Amphipleura*; Knoten rudimentär, die beiden verkürzten Raphehälften durch großen Zwi-

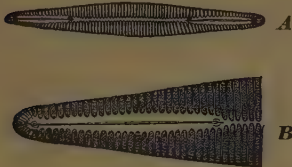


Fig. 375. *Reicheltia nobilis* (Reichert). A Schalenansicht der ganzen Zelle; B Zellende (450/1). (Nach Van Heurck.)



Fig. 376. *Rouxia Peragalli* Brun. et Hér. A Schalen-, B Gürtelansicht.) (Nach Van Heurck.)

schenraum getrennt, von den Schalenenden entfernt bleibend. Die Stelle der zu Rippen verlängerten Knoten von *Amphipleura* von einer Perlreihe eingefasst.

1 Art: *R. Peragalli* (Brun. et Hér.) (Fig. 376).

144. **Pleurosigma** W. Sm. (1853) (*Achnanthosigma* Reinh., *Endosigma* Bréb., *Scalprum* Corda, *Staurosium* Grun.). Zellen frei, selten in Gallertschläuchen eingeschlossen, lang gestreckt in der Richtung der Sagittalachse, nicht tordiert, nicht um die Transversalachse geknickt. Schalen gleich, vom *Navicula*-Typus, konvex, S-förmig gebogen. Raphe median, S-förmig gebogen, Enden nach entgegengesetzter Seite umgeknickt; Zentralknoten klein. Streifung schief oder rechtwinkelig gekreuzt, fast bis zur Naht reichend oder eine zentrale Area freilassend. In Gürtelansicht gerade oder wenig gebogen, stabförmig in

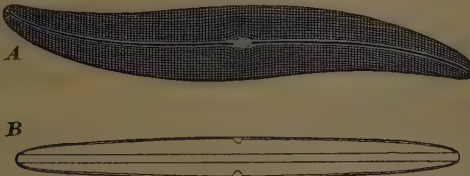


Fig. 377. A *Pleurosigma attenuatum* (Kütz.) W. Sm. Schalenansicht. — B *P. balticum* (Ehrenb.) W. Sm. Gürtelansicht. (Nach Van Heurck.)

der Richtung der Sagittalachse gestreckt. Chromatophoren: 2 große ungeteilte oder bandförmige, reich gelappte Platten oder Bänder ± den Gürtelbändern anliegend oder aber coccochromatisch (vgl. Fig. 120—122).

107 Arten, im Süß- und Salzwasser, auch fossil, die meisten marin. *Pl. attenuatum* (Ehrenb.) W. Sm. und *Pl. balticum* (Ehrenb.) W. Sm. (Fig. 377 A, B).

Sekt. I. *Eupleurosigma* F. S. Die feinen Areolen der Schalenoberfläche 6eckig, daher die Schalenstreifung spitzwinkelig gekreuzt nach 3 Richtungen; das eine, das Streifen-system, transversal gerichtet, die beiden anderen Systeme schneiden die Transversale unter einem Winkel von 40 bis 60 Grad. Sagittalstreifung fehlt. Zentrale Area undeutlich oder klein. Schalen ohne Staus und ohne durch strukturlose zentrale Area imitierten Staus. Chromatophoren meist bandförmig bis coccochromatisch, meist pyrenoidführend. — Im Brackwasser *P. delicatum* W. Sm., *P. salinarum* Grun., sonst fast nur marine Küstenformen, bisweilen pelagisch angetroffen. — *Pl. angulatum* W. Sm., berühmtes Testobjekt; *Pl. elongatum* W. Sm., *Pl. speciosum* W. Sm.

Sekt. II. *Gyrosigma* (Hassall) Cleve. Zentralknoten klein; zentrale Area klein oder undeutlich. Die Areolen der Schalenoberfläche rechteckig, daher die Streifung der Schale nach 2 Richtungen, sagittal und transversal. Chromatophoren 2 ungeteilte Platten, gürtelständig, ohne Pyrenoide. — Im Süßwasser. *P. acuminatum* Kütz. in Nordeuropa. Im Brackwasser: *P. strigile* W. Sm. in der Nord- und Ostsee. *P. balticum* Ehrenb. kosmopolit.

145. *Scolioleura* Grun. (1860) (*Alloineis* Schum., *Scoliotropis* Cleve). Zellen frei. Zelle um die Sagittalachse etwas tordiert, daher in Gürtelbandansicht schief; Gürtelband S-förmig gebogen. Schalen vom *Navicula*-Typus, stark konvex, ohne Kiel. Raphe ± stark S-förmig gebogen, exzentrisch. Schalenstruktur transversalstreifig, bisweilen schiefstreifig geperlt oder Chromatophoren an den Gürtelseiten mit Pyrenoiden.

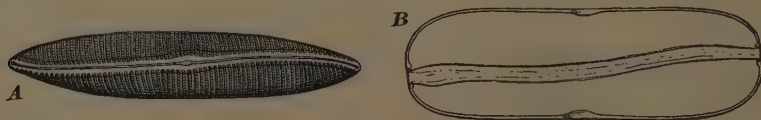


Fig. 378. *Scolioleura latestriata* (Bréb.) Grun. A Schalen-, B Gürtelbandsansicht. (Nach W. Smith.)

18 Arten im Süß- und Salzwasser, auch fossil, die meisten marin. Bemerkenswert: *S. latestriata* (Bréb.) Grun. (Fig. 378) und *S. tumida* (Bréb.) Rab. an europäischen Küsten.

146. *Toxonidea* Donk. (1858). Zelle frei, um die Sagittalachse tordiert. In Richtung der Sagittalachse gestreckte Schalen, nach Sagittalschnitt stark unsymmetrisch, eine Seite stärker konvex. Raphe mit Zentral- und 2 Polarknoten, bogenförmig, Konvexität der Raphe, nach der konvexen Schalen Seite gerichtet, Streifung dekussiert.

3 Arten, marin, z. B. *T. Gregoriana* Donk. im Mittelmeer, *T. insignis* Donk. (Fig. 379) an europäischen Küsten.

147. *Rhoconeis* Grun. (1863). Zelle in Gürtelbandsansicht *Achnanthes*-artig gebogen. Schale symmetrisch, vom *Navicula*-Typus. Beide Schalen mit Zentral- und Terminalknoten. Gürtelband mit Ringstreifen (von Zwischenbändern herrührend?).

10 Arten, im Süß- und Salzwasser. — *R. Garkeana* Grunow (Fig. 380).

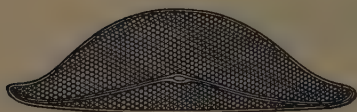


Fig. 379. *Toxonidea insignis* Donkin. Schalenansicht. (Nach Van Heurck.)

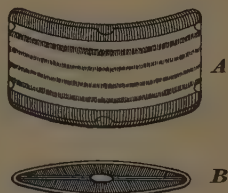


Fig. 380. *Rhoconeis Garkeana* Grunow. A Gürtelbandsansicht; B Schalenansicht (400/1). (Nach Grunow.)

148. *Tropidoneis* Cleve (1891). Zellen *Navicula*-artig, sagittal gestreckt, nicht um die Sagittalachse tordiert, daher Gürtelband nicht S-förmig. Schalen ± konvex oder sagittal zugespitzt, oft an beiden Seiten mit sagittalen Flügeln oder Seitenlinien. Raphe gerade, auf medianem oder exzentrischem Kiel. Gürtel ohne Zwischenbänder. Sagittalfeld undeutlich, zentrale Area klein, rundlich oder transversal verbreitert. Struktur fein transversal und sagittal streifig punktiert. Chromatophoren: 2—4 Platten den Gürtelseiten anliegend, oft durch tiefe Einschnitte vielgestaltig, am Kerne geteilt, mit oder seltener ohne Pyrenoide.

24 Arten, marin.

Sekt. I. *Orthotropis* Cleve (1881). Raphe ganz oder nahezu median. — *T. Lepidoptera* Greg., Kosmopolit; *T. maxima* (Greg.) Grun. (Fig. 381 B, C).

Sekt. II. *Plagiotropis* Pfitz. (1871). Raphe exzentrisch. Kiel beider Schalen diagonal seitlich verschoben. — *T. vitrea* W. Sm. (Fig. 381 A) im Brackwasser; *T. elegans* W. Sm. marin, im Mittelmeer und in der Nordsee.

Sekt. III. *Amphoropsis* Grun. (1883). Raphe exzentrisch. Kiel beider Schalen nach derselben Seite verschoben. — *T. recta* Greg. und *T. conserta* Lewis im Nordatlantik.

149. *Donkinia* Ralfs (1860). Zellen frei, in der Sagittalrichtung gestreckt. Schale in der Raperichtung gekielt. Kiel S-förmig gebogen, hochgewölbt, vom Zentralknoten unterbrochen, seitlich nicht von vorspringenden Leisten begleitet. Schalen in Gürtelansicht in der Mitte stark eingezogen. Gürtel nicht um die Sagittalachse gedreht. Chromatophoren 4, den Gürtelseiten anliegend, ohne Pyrenoide.

7 Arten, meist marin und fossil; z. B. *D. recta* (Donk.) Grun. — *D. carinata* (Donk.) Ralfs (Fig. 382).

150. *Amphiprora* (Ehrb.) Cleve (1891) (*Amphicampa* Rabh., *Amphitropis* Pütz., *Entomoneis* Ehrb.). Zellen vom Schiffchentypus, um die mittlere Sagittalachse tordiert, in Gür-

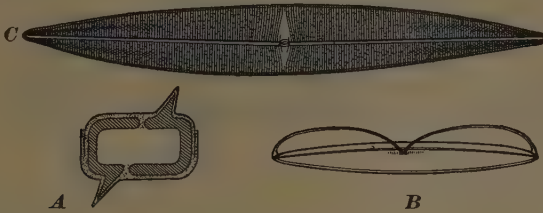


Fig. 381. *A* *Tropidoneis* (*Plagiotropis*) *vitrea* W. Sm. Zelle mit Chromatophoren, Transversalschnitt. — *B*, *C* *T. (Pl.) maxima* Grun. (500/l). (*A* nach Pfitzer; *B*, *C* nach Van Heurck)

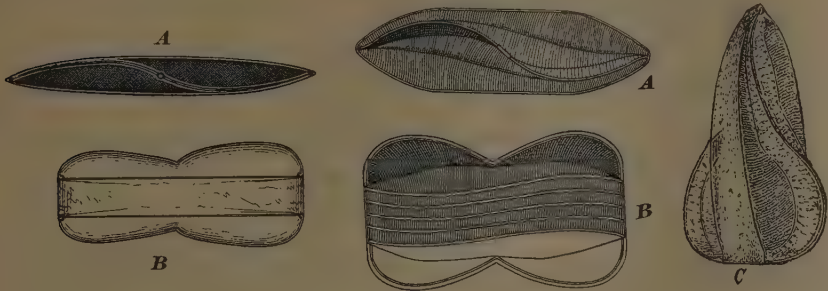


Fig. 382. *Donkinia carinata* (Donk.) Ralfs. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (450/l). (Nach Donkin.)

Fig. 383. *A*, *C* *Amphiprora alata* Kütz. *A* Schalenansicht; *C* schräg gesehen (400/l). — *B* *A. gigantea* var. *decussata* Grun. Gürtelansicht (600/l). (*A*, *B* nach Van Heurck; *C* nach W. Smith.)

telansicht in der Mitte eingezogen, in der Schalenansicht lanzettlich zugespitzt. Schalen konvex. Sagittallinie mit Kiel. Kiel median, S-förmig, mit Zentral- und 2 Terminalknoten, nach der Mitte und den Enden absteigend, von 2 Seitenlinien begleitet, dadurch vom Schalendeckel abgesondert, Sagittalfeld unbedeutend-unbestimmt; zentrale Area klein oder fehlend. Schalendeckel transversal gestreift, selten zerstreut punktiert. Kiel mit transversalen oder dekussierten Punktreihen. — Gürtel mit  $\pm$  zahlreichen Ringstreifen, von Zwischenbändern herrührend, die ihrerseits wieder senkrecht zum Ring gestreift sind. Chromatophoren: eine einzige große oft gefaltete Platte mit glattem oder vielfach ausgeschnittenem Rande, dem Gürtel anliegend. Auxosporen nach dem *Navicula*-Typus.

14 Arten, meist marin oder im Brackwasser. Im Süßwasser wenig, z. B. *A. ornata* Bail. in Europa; im Brackwasser: *A. pahudosa* W. Sm., *A. alata* Kütz. (Fig. 383 *A*, *C*); marin: *A. gigantea* Grun. (Fig. 383 *B*).

151. *Auricula* Castr. (1873) (*Amphitrite* Cleve, *Amphoropsis* Grun. p. p.) Zellen im Transversalschnitt nach einer Gürtelseite keilförmig zugeshärft. In Schalenansicht nierenförmig, die eine Seite konvex, die andere gerade oder konkav. Schale seitlich er-

haben zum asymmetrischen, bogenförmigen, nicht S-förmig gebogenen Kiel. Raphe nicht S-förmig, bogenförmig. Kiel beider Schalen an derselben Seite gelegen. Gürtel mit Zwischenbändern. Schalenstruktur: Transversalstreifung oder  $\pm$  gebogene, unregelmäßige Linien. Chromatophoren: eine große Platte, der schmalen Gürtelbandseite anliegend, in eine zentrale Plasmamasse eingebettet, die durch Plasmafäden mit dem Kiel verbunden ist. Doch werden auch coccochromatische Chromatophoren beobachtet. Auxosporen nach

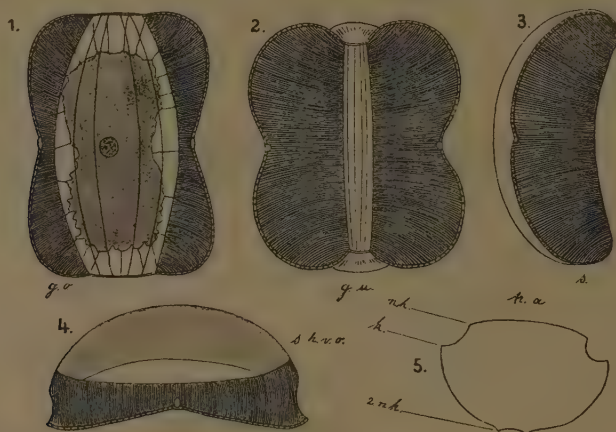


Fig. 384. *Auricula complexa* (Greg.) Cleve (332/1). 1 Obere Gürtelansicht mit Chromatophor. Komplexes Gürtelband. 2 Untere Gürtelansicht. 3 Schalenansicht. 4 Schalenansicht von oben. 5 Querschnitt. k Kiel. n.k. Nebenkiel. 2.n.k. Zweiter Nebenkiel. tr.a. Transapikalschnitt. (Nach G. Karsten [19].)

dem *Navicula*-Typus: 2 Zellen kopulieren in einer kugelligen Gallertmasse und bilden dabei quer zu den Mutterzellen zwei Auxosporen.

9 marine Arten, z. B. *A. insecta* (Grun.) Cleve, *A. complexa* (Greg.) Cleve (Fig. 384).

152. *Rhoicosigma* Grun. (1867) (*Achnanthosigma* Reinh.). Zellen in Gürtelansicht *Achnanthes*-artig gebogen.  $\pm$  stark spiralförmig um die mittlere Sagittalachse tordiert.



Fig. 385. *Rhoicosigma Antillarum* Ol. A Gürtelansicht; B Schalenansicht. (Nach Cleve und Grun.)

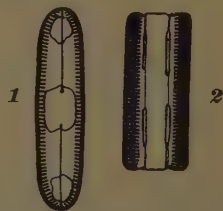


Fig. 386. *Diatomella Balfouriana* Grev. (1000/1). 1 Schalen-, 2 Gürtelansicht. (Nach Hustedt.)

Schalen ähnlich wie *Pleurosigma*, aber ungleich, die eine konvex mit gerader oder kaum gebogener Raphe, die andere konkav mit gekielter, S-artig gebogener Raphe. Je stärker die Zelle geknickt ist, um so stärker der Unterschied der beiden Schalen. Streifung dekussiert oder rektangulär. Ein gürtelständiges Chromatophor, das mit umgeschlagenen Rändern beiderseits die Raphe erreicht.

10 Arten, marin. *R. robusta* Grun. verbreitet. *R. Antillarum* Cleve (Fig. 385).

153. *Diatomella* Grev. (1855) (*Disiphonia* Ehrb.). Zellen einzeln oder zu Bändern verbunden. Gürtelansicht rechteckig. Zelle mit 2 ebenen Quersepten. Jedes Septum mit

3 runden Öffnungen (Fenster), je 1 zentral und terminal. Schalen oblong oder lanzettlich, am Rande fein transversal gestreift, nicht gerippt, mit Raphe. Enden abgerundet. Gürtelansicht rechteckig, mit 2 starken, geraden, zentral und polar unterbrochenen Sagittalrippen (Septen). Knoten undeutlich.

1 Art im Süßwasser. *D. Balfouriana* Grev. (Fig. 386).

154. **Mastogloia** Thwait. (1848). Zellform wie *Navicula*, doch mit Zwischenbändern und Quersepten. Zellen meist in gelatinösem, meist warzigem Pseudothallus nistend (vgl. Fig. 99 A). Schale wie *Navicula*. Zwischen Schale und Gürtelband ringförmiges Zwischenband. Zwischenband mit Querseptum. Septum mit zentralem, langgestrecktem, ovalem, nahe an beiden Enden eingeschnürtem Fenster. Seitenrand des Septum in radialgestreckte Kammern geteilt, deren Scheidewände in der Schalenansicht als Transversalrippen erscheinen; in der Gürtelansicht erscheinen die Septalkammern als am Schalenrand gelageretes Perlenband. Die Gattung leitet von *Navicula* zu *Orthoneis* über. Chromatophoren 4 beiderseits des Kerns durch Pyrenoid paarweise zusammengehalten, an den Gürtelseiten flach, gegen die Schale steil aufgerichtet. Querschnitt ergibt also eine sternförmige Figur, wie bei einigen Closterien.

52 Arten, im Salzwasser, z. T. marine Küstenformen, auch im brackigen und im süßen Wasser. Im Süßwasser: *M. Grevillei* W. Sm.; im Süß- und Brackwasser: *M. Smithii* Thwait.

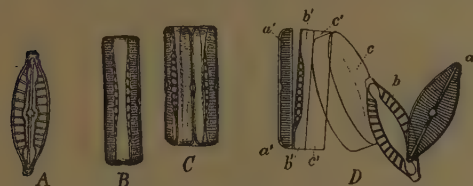


Fig. 387. *Mastogloia Smithii* Thwait. A Zelle in Schalen- B in Gürtelansicht; C in Zellteilung; D ein Zellpanzer in seine einzelnen Teile zerlegt: a—c kleinere Hälfte (Hypotheca), a'—c' größere Hälfte (Epitheca); a Schale in Schalenansicht; b Zwischenband in Schalenansicht, c Gürtelband schräg gesehen; c' Gürtelband, b' Zwischenband, a' Schale, alle drei in Gürtelansicht. (Nach W. Smith.)

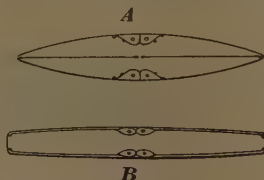


Fig. 388. *Stigmaphora lanceolata* Wall. A Zelle in Schalen-, B in Gürtelansicht. (Nach Wallich.)

(Fig. 387). Marin: *M. Closei* o' Meara. Durch leierförmige, glatte Streifen auf der Schale ist ausgezeichnet: *M. Braunii* Grun., vgl. Fig. 99 A.

155. **Stigmaphora** Wallich (1860). Zellen frei, vom *Navicula*-Typus. Schalen lanzettlich, mit seitlichen Kämmerchen (loculi). Loculi mit Zentral- und Randpunkten. Wegen der 2 seitlichen Kämmerchen hat man *St.* wohl auch zu *Mastogloia* ziehen wollen. Es fehlt aber der Nachweis, daß die Kämmerchen wie bei *M.* von Quersepten an Zwischenbändern gebildet werden.

2 Arten, marin. *St. lanceolata* Wall. (Fig. 388) und *St. rostrata* Wall.

## B. VIII. 18. Naviculaceae-Gomphonemoideae.

Schalen und Gürtelansicht keilförmig. Schalen zum Sagittalschnitt symmetrisch, zum Transversalschnitt unsymmetrisch; mit Raphe, Zentral- und 2 Polarknoten; keilförmig, oft durch mehrere ungleiche Einschnürungen modifiziert, so daß die Pole oft sehr ungleich geformt sind; transversal punktiert gestreift. Gürtelansicht keilförmig, gerade oder gebogen. Die Zellen leben in einem gallertigen Pseudothallus oder sind mittelst eines Stieles am Substrat befestigt. Der Stiel ist hohl und setzt sich an das schmalste Ende der Gürtelseite an. Die Zellen lösen sich sehr leicht von den Stielen los und schwimmen dann frei im Wasser. Chromatophoren: eine große Platte dem Gürtelband anliegend. Auxosporen: 2 Mutterzellen bilden wie bei *Navicula* durch Kopulation 2 ihnen parallele Auxosporen.

A. Gürtelansicht gerade	} Chromatophor an der konvexen Gürtelseite	} 156. <i>Gomphonema</i> .
B. Gürtelansicht gebogen		

156. **Gomphonema** Ag. (1824) (*Crystallia* Sommerfels, *Dendrella* Bory, *Diomphala* Ehrenb., *Gomphoneis* Cleve, *Gomphonella* Rabh., *Sphenella* Kütz., *Sphenosira* Ehrenb.) Zellen meist gestielt oder in Gallertmassen nistend, symmetrisch zu mittlerem Querschnitt und Sagittalschnitt, in Gürtelansicht keilförmig. Keil gerade. Die Sagittalachsen der Schalen schneiden sich unter spitzem Winkel. Schalen vom *Navicula*-Typus, symmetrisch um Sagittalachse, nach dem einen Ende keilartig verjüngt. Häufig seitlich zweimal eingeschnürt, Schalendeckel strahlig punktiert gestreift. Zentralknoten bisweilen mit Stauros oder staurosähnlicher, glatter, zentraler Area. Struktur häufig dadurch etwas unsymmetrisch, daß neben dem Zentralknoten ein oder mehrere größere isolierte Punkte stehen. Die Raphe ist bisweilen von hyalinem Streifen eingefäßt, der im Zentrum bisweilen transversal zu einer staurosähnlichen, zentralen Area ausgedehnt ist. Zwischenbänder mit Septen. Chromatophoren: eine große Pyrenoid führende Platte, dem Gürtelband anliegend, bis nach der anderen Seite herumgeschlagen. Auxosporen: 2 durch Kopulation wie bei *Navicula* aus 2 Mutterzellen in gemeinsamer Gallerthülle.

66 Arten, wenige marin, meist im Süßwasser, häufig in schnell fließenden Bächen, auch fossil.

Sekt. I. *Asymmetricae* Grun. Schalen mit isoliertem, einseitig neben den Zentralknoten gestelltem Punkt oder mehreren solchen Punkten. — A. Formen mit bekopften Schalen;

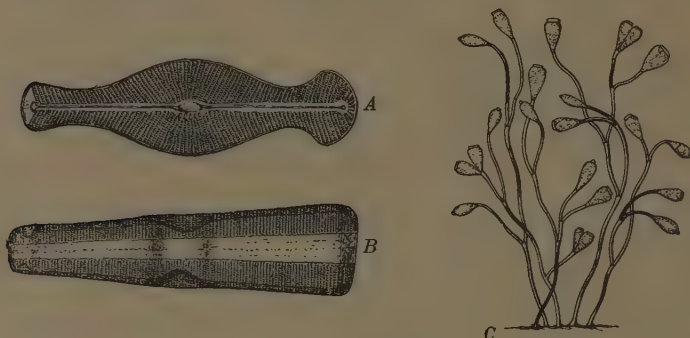


Fig. 389. A, B *Gomphonema geminatum* (Lyngb.) Ag. A Schalen-, B Gürtelansicht (400/1). — C *G. olivaceum* (Lyngb.) Kütz., Rasen gestielter Zellen (400/1). (Nach W. Smith.)

die Schalen sind am einen Pol nicht stark verjüngt, vielmehr kopfartig dick, oft dicker oder wenig dünner als in der transversalen Mittellinie, sehr häufig sind sie zwischen Polar- und Zentralknoten transversal eingezogen. Polares Ende entweder echt kopfartig abgerundet oder in der Mitte noch mit einem kleinen kammartigen Vorsprung: *G. constrictum* Ehrenb. mit kräftiger Halseinschnürung ohne Kamm, auf Süßwasserpflanzen Europas verbreitet; *G. capitatum* Ehrenb. fast ohne Halseinschnürung und ohne Kamm, sehr verbreitet im Süßwasser Europas; *G. acuminatum* mit kräftiger Einschnürung am Kopfende (Halseinschnürung) und Fußende, ohne Kamm. Schalen schmal lanzettlich, fast lineal, beide Schalen spitz im Süßwasser, Europa.

Sekt. II. *Didymosphenia* M. S. Raphenenden einer Schale scharf nach derselben Seite umbiegend. *G. geminatum* (Lyngb.) Ag. (Fig. 389 A, B) in Gebirgsflüssen Europas und Nordamerikas, mit kräftiger Einschnürung am Kopfende (Halseinschnürung) und Fußende, ohne Kamm.

Sekt. III. *Symmetricae* Grun. Schalen ohne asymmetrische seitliche Punkte neben dem Zentralknoten; Struktur also vollkommen symmetrisch. — *G. olivaceum* (Lyngb.) Kütz. (Fig. 389 C) im Süßwasser in Europa und Nordafrika verbreitet; *G. exiguum* Kütz., an marinen Algen der Nordsee.

157. **Rholicosphenia** Grun. (1860). Zellen meist gestielt, symmetrisch nach Sagittal-, unsymmetrisch nach Transversal- und Äquatorialschnitt. In Gürtelansicht keilförmig. Keil gekrümmt. Schalen in Schalenansicht keilförmig, gerade, ungleich, die eine mit echter Raphe und 3 Knoten, die andere mit Raphenanfang ohne Knoten. Zwischenbänder mit Septen. Chromatophoren: eine große Pyrenoid führende Platte, dem konvexen Gürtelband

anliegend, herumgeschlagen nach der anderen Seite. Auxosporen: 2 durch Kopulation wie bei *Navicula* aus 2 Mutterzellen in gemeinsamer Gallerthülle.

5 Arten, im Süß- Brack- und Salzwasser. — *Rh. curvata* (Kütz.) Grun. (Fig. 390); kosmopolitisch im Süßwasser und an Meeresküsten. *Rh.* ist ein Bindeglied zwischen *Gomphonema* und *Achnanthes*.

# B. VIII. 19. *Naviculaceae-Cymbelloideae*.

Zellen zum transversalen Längsschnitt und zum mittleren Querschnitt symmetrisch, zum sagittalen Längsschnitt nicht symmetrisch. Schalendeckel halbmond-doppelhörnenförmig, mit einer stark konvexen und einer weniger konvexen oder konkaven Langseite.

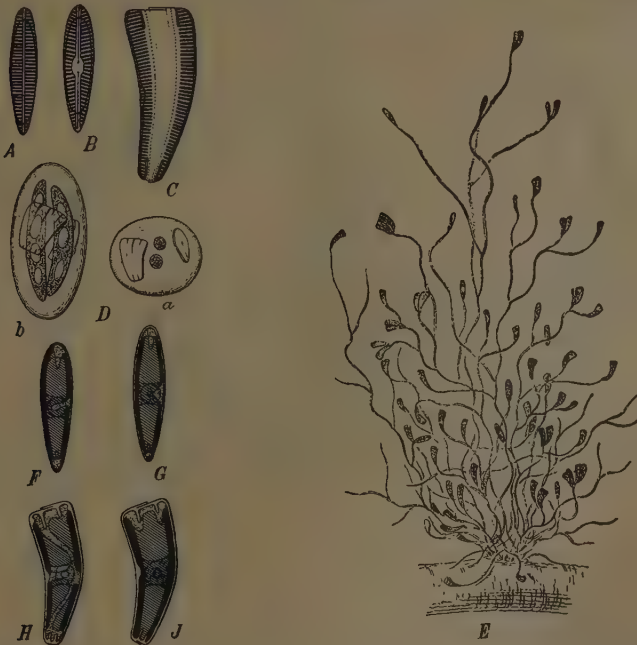


Fig. 390. *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun. A, B Schalenansicht; A mit Raphe, B mit Pseudoraphe; C Gürtelansicht (600/1); D Auxosporenbildung (200/1); E Rasen gestielter Zellen (100/1); F—J Zelle mit Chromatophoren (800/1); F konkave, G konvexe Schale; H, J die beiden Gürtelansichten. (A—C nach Van Heurck; D, E nach W. Smith; F—J nach Pfitzer.)

Schalen so gegeneinander geneigt, daß sich die Transversalachsen, aber nicht die Sagittalachsen in der Verlängerung nach der konkaven Seite schneiden (Form von Apfelsinenkeilen). Raphe mit Zentralknoten und zwei Polarknoten, einem Schalenrande ± genähert, gerade oder ± gebogen. Chromatophoren: eine große Platte auf einer der Gürtelbandseiten ohne Pyrenoid. Auxosporen: aus 2 Mutterzellen bilden sich wie bei allen Naviculoiden 2 meist gleichgerichtete Auxosporen (*Amphora* abweichend).

A. Schalen nicht sehr stark asymmetrisch.

1. Raphe von der Medianlinie ein wenig ventral abweichend. Sagittallinie *Gomphonema*-ähnlich heteropol . . . . . 158. *Gomphocymbella*.
2. Raphe vom Gürtelbandrand entfernt. Gürtelband schmal, Sagittallinie isopol. Chromatophor der konvexen Gürtelseite anliegend . . . . . 159. *Cymbella*.
  - a. Zellen frei oder auf Gallertstielen lebend . . . . . a. *Cocconema*.
  - b. Zellen in Gallertschläuchen lebend . . . . . b. *Encyonema*.

B. Schalen stark asymmetrisch. Zentralknoten der konkaven Gürtelseite sehr genähert. Chromatophoren der konkaven Gürtelseite anliegend.

1. Gürtelband breit, mit Querstreifen. Raphe nicht auf erhabenem Kiel . . . 160. *Amphora*.
2. Gürtelband schmal mit Querstreifen. Schalen halbmondförmig, mit zugespitzten Enden. Raphe, besonders der Zentralknoten wenig hervortretend, Endknoten dem dorsalen Rande sehr genähert . . . 161. *Catenula*.

158. **Gomphocymbella** O. Müller (1905). Gestalt der Zelle in der Schalenansicht *Gomphonema*- und *Cymbella*-artig, doch stets  $\pm$  gekrümmt. Dorsale und ventrale Seite, Kopf- und Fußpol unterscheidbar. Fußpol *Gomphonema*-förmig. Zentralknoten nach dem Kopfpol  $\pm$  verschoben. Auf der dorsalen Seite ein Stigma, aus einem oder mehreren Punkten bestehend. Raphe ein wenig von der Medianlinie ventral abweichend. Zentralknotenporen leicht dorsal umbiegend, Endknoten ein wenig ventral verschoben.

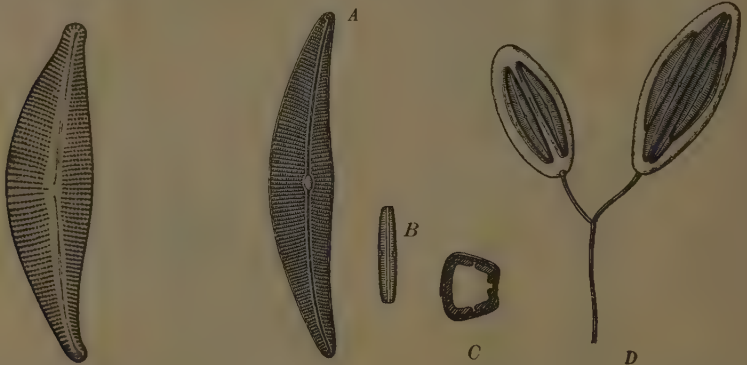


Fig. 391. *Gomphocymbella Brunii* (Fricke) O. Müller (1000/1). (Nach O. Müller.)

Fig. 392. A, D *Cymbella* (*Coconema*) *lanceolata* (Ehrenb.) Kirchn. — B *C. cymbiformis* (Kütz.) Bréb. var. *parva* W. Sm. A Schalen-, B Gürtelansicht; D Auxosporenbildung in gestieltem Nest. — C *C. gastroides* Kütz. Transversalschnitt. (A, B, C 350/1, D 85/1.) (A, B, D nach W. Smith; C nach Pfitzer.)

Von den Gomphonemen verschieden durch den gegen die Medianlinie asymmetrischen Schalenumriß; von den Cymbellen durch die Heteropolarität der Sagittallinie.

4 Arten. Nyassaland, Europa.

Fig. 391, *Gomphocymbella Brunii* (Fricke) O. Müller. 1000/1, Taf. I, Fig. 95.

159. **Cymbella** Ag. (1830) (*Cymbophora* Bréb., *Gloeodictyon* Ag., *Gleoneuma* Ehrb., *Lumularia* Bory, *Syncyclia* Ehrenb.). Zellen zymbelförmig, nach der langen Gürtelseite nach Art der Apfelsinenkeilchen keilförmig zugeshärft. Zellenhälften symmetrisch zum Querschnitt und Transversalschnitt, unsymmetrisch zum Sagittalschnitt. Schalen so gegeneinander geneigt, daß die Transversalachsen sich in der Verlängerung nach der konkaven Seite schneiden. Schalen gestreckt, *Navicula*-artig, aber  $\pm$  unsymmetrisch zur Sagittalachse, mit ungleich stark gebogenen Langseiten von der Form eines Halbmondes oder doppelten Hörnchens, durch die exzentrische,  $\pm$  stark C-förmig gebogene, seltener gerade Raphe in 2 ungleiche Teile geteilt. Struktur: transversalstrahlige Reihen, von Punkten oder feinen Streifen gebildet. Die Struktur ist, so weit es der Grundriß der Schale zuläßt, symmetrisch zur Raphe. Gürtel ohne Zwischenbänder. Chromatophoren: eine große Platte, deren Mitte der konvexen langen Gürtelbandseite anliegt und deren Ränder nach beiden Schalen herumgeschlagen sind und noch bis auf die entgegengesetzte Gürtelbandseite reichen. Teilung der Chromatophoren durch 2 sagittale, von den Polen nach dem Zentrum vordringende Einschnitte; Auxosporenbildung: 2 Zellen lagern parallel nebeneinander, umhüllen sich mit dicker Gallertschicht, die Schalen werden abgeworfen, der Inhalt teilt sich, die Hälften aus verschiedenen Zellen vereinigen sich, so daß 2 der Richtung der Mutterzelle parallel gelagerte Auxosporen entstehen. Die Zellen leben nor-

mal in Kolonien, die z. T. gestielt sind (*Cocconema*), z. T. in Gallertschläuche eingeschlossen, *Ectocarpus*-ähnliche Pseudothallome bildend (*Encyonema*). Die gestielten Zellen lösen sich leicht los und schwimmen dann frei im Wasser (*Eucymbella*).

64 Arten, meist im Süßwasser, auch fossil.

Sekt. I. *Cocconema* Ehrb. (1829). Zellen frei oder am Substrat mittels  $\pm$  stark verzweigter Gallertstiele befestigt. Die Verzweigung entsteht, indem für jedes Zellindividuum nach der Zellteilung ein eigener Zweigstiel entwickelt wird, wodurch zusammenhängende Kolonien gebildet werden. Die bäumchenartigen Kolonien leben gern zu vielen vergesellschaftet und bilden dadurch kleine Wälder. Die Polarknoten befinden sich nahe den Schalenenden. Fast alle Arten im Süßwasser; im Brackwasser: *C. pusillum* Grun.

Van Heurck teilt sie in 2 Untersektionen:

Untersekt. 1. Eine Seite der Schalenansicht stark konvex, die andere schwach konvex. Gewöhnlichste Form *C. Ehrenbergii* Kütz., mit breit lanzettlicher, fast elliptischer Schale. Stark verlängerte Schalen mit viel stärker gekrümmter, konvexer Seite haben: *C. subaequale* Grun.,



Fig. 393. *Cymbella (Encyonema) prostrata* (Berk.) Ralfs. A Schalen-, B Gürtelansicht (400/1). (Nach W. Smith.)

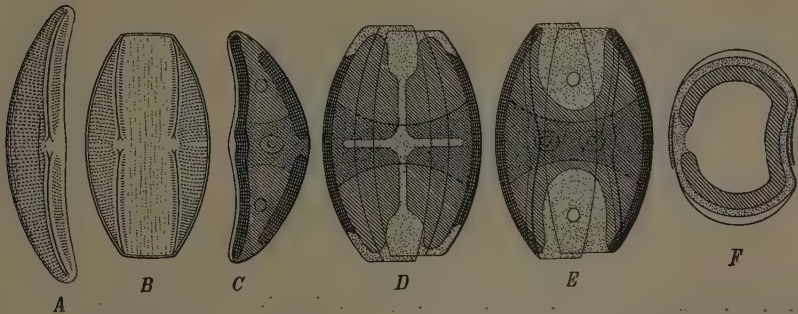


Fig. 394. *Amphora ovalis* Kütz. A Schalen-, B Gürtelansicht (600/1); C–F Zellen mit Chromatophor; C Schalenansicht; D konvexe, E konkave Gürtelseite (500/1); F Transversalschnitt. (A, B nach Van Heurck; C–F nach Pfitzer.)

*C. affine* Kütz. Fast gar nicht gekrümmt sind die Seiten der sehr *Navicula*-ähnlichen, langgestreckten *C. aequale* W. Sm.

Untersekt. 2. Eine Seite der Schalenansicht ist konvex, die andere konkav. Konkavität der Raphe dem konkaven Schalenrand gleich gerichtet. — *C. lanceolata* (Ehrenb.) Kirchn. (Fig. 392 A, D), häufige Form in ganz Europa, ebenso *C. gastroides* Kütz. (Fig. 392 C). *C. cymbiformis* (Kütz., Ehrenb.) Bréb. (Fig. 392 B) hat einen isolierten Punkt neben dem Zentralknoten: von *C. cistula* (Hempr.) Kirchn., mit 2–5 Nebenknoten zur Seite des Zentralknotens, ist mehrfach die Auxosporenbildung beschrieben worden.

Sekt. II. *Encyonema* Kütz. (1833). Zellen in Schläuchen lebend. Raphe fast gerade. Polarknoten von den Enden entfernt, Streifung an den Polen strahlig. — Verbreitet sind: *C. prostrata* (Berk.) Ralfs (Fig. 393) in unverzweigten und *C. caespitosum* (Kütz.) in verzweigten Schläuchen lebend.

160. *Amphora* Ehrb. (1831) (*Okekenia* Eulenstein). Zellen meist frei, einzeln, in Gürtelansicht elliptisch, fast 4eckig, oft in der Mitte geschwollen oder eingeschnürte Gürtel, oft mit Ringstreifenfalten, = Punktreihen, bisweilen mit keilförmigen Zwischenbändern. Schalen zymbelförmig. Zentralknoten dem Rand genähert, oft transversal zum Stauos verbreitert. Raphe meist gekrümmt. Chromatophoren nach Zahl und Lage wechselnd. Bei den pyrenoidlosen Formen, wie *Amphora ovalis* hat die Zelle eine einzige große, wenig zerschnittene Endochromplatte, der konkaven Gürtelseite anliegend und die Ränder nach den Schalen und der konvexen Gürtelseite umschlagend (Fig. 394 C–F). Dieses

Chromatophor teilt sich in der Medianlinie durch 2 von den Enden hereindringende Einschnitte. Die pyrenoidführenden Formen dagegen wie *Amphora lineolata* Ehrenb., *A. obtusa* Greg., *A. Ostrearia* Breb. und andere haben 4 große, an den Rändern ± eingeschnittene Platten mit je einem mittelständigen Pyrenoid. Sie liegen, auf beiden Seiten des zentralen Kernes, je zwei den beiden Gürtelseiten an (vgl. G. Karsten [19]). Auf andere Chromatophorenlagerungen, die sich vereinzelt fanden, soll nicht eingegangen werden.

Auxosporen wie bei den Naviculaceen aus zwei sich teilenden Mutterzellen, durch Vereinigung der einander gegenüberliegenden Gameten, zwei, jedoch quer zu den Mutterzellen gelagerte Auxosporen.

Ungefähr 221 sehr schwierig zu unterscheidende Arten, im Süß-, Brack- und Salzwasser und fossil; sie werden nach Cleve in folgende Sektionen geteilt, wobei leider wiederum die Chromatophorenzahl und -lagerung vollkommen vernachlässigt geblieben sind.

A. Gürtelband nicht gefaltet.

a. Punkte der Schalen groß, transversale Streifen und undulierend sagittale Linien bildend. Sekt. I. *Amphora*.

b. Punkte der Schale bilden keine polaren, sagittalen Linien.

a. Konkave Seite der Schale breit, Streifen auf beiden Seiten der Schale fein punktiert Sekt. II. *Psammamphora*.

β. Konkave Seite der Schale sehr schmal, Streifen nicht deutlich gepunktet Sekt. III. *Cymbamphora*.

B. Gürtelband mit Falten.

a. Punktierung der Schalen grob, zu geraden, transversalen und polaren Reihen geordnet Sekt. IV. *Diplamphora*.

b. Punkte keine geraden, sagittalen Reihen bildend.

a. Konkave Schalenfläche schmal. Schalenenden geschnäbelt-geköpft. Perlen undulierende sagittale Linien bildend . . . . . Sekt. V. *Halamphora*.

β. Schalen anders.

I. Konkave Schalenfläche glatt, mit sagittalem Kamm . . . . Sekt. VI. *Calamphora*.

II. Konkave Schalenfläche gestreift.

1. Konkave Schalenfläche ziemlich breit, beide Seiten mit gleicher Streifung; die Raphehälften divergieren vom Zentralknoten aus . . . Sekt. VII. *Amblyamphora*.

2. Konkave Schalenfläche sehr schmal, mit feinerer Streifung als die konvexe. Raphe gerade, dem Rande genähert. Zentralknoten oft staurosähnlich verbreitert Sekt. VIII. *Oxyamphora*.

Sekt. I. *Amphora* (Ehrenb.). Beide Seiten der Schale meist mit einem schmalen sagittalen Streifen oder Band; hierher die typischen Formen. — *A. ovalis* Kütz. (Fig. 394), sehr verbreitet im Süßwasser; *A. Normanni* Rabenh. und *A. perpusilla* Grun. auf feuchten Mauern; *A. marina* V. H., *A. Proteus* Greg., *A. robusta* Greg., *A. arenicola* Grun.; marin, an den Nordseeküsten.

Sekt. II. *Psammamphora* Cleve. Hierher: *A. arenaria* Donk., *A. ocellata* Donk.; Beide marin. An den Nordseeküsten.

Sekt. III. *Cymbamphora* Cleve. Hierher *A. angusta* Greg. der Nordseeküsten.

Sekt. IV. *Diplamphora* Cleve. Marin; an der Nordseeküste kommen vor: *A. crassa* Greg. mit doppelter Schalenstruktur, Rippen und zwischen ihnen Perlenreihen; *A. Grevilleana* Greg. mit einfacher Schalenstruktur; *A. alata* Per. mit einer flügelartigen Membranwucherung an der konvexen Schalenfläche.

Sekt. V. *Halamphora* Cleve. — A. Gürtel mit keilförmigen Zwischenbändern: *A. Eunosia* Cleve. — B. Gürtel ohne Zwischenbänder. An der Nordseeküste im Brackwasser: *A. angularis* Greg. biskuitförmig mit verjüngten Enden; *A. veneta* Kütz. und *A. salina* W. Sm. langelliptisch mit abgestutzten Enden; im Salzwasser: *A. acutiuscula* Kütz., ebenso *A. inflexa* (Breb.) H. L. Sm., das als *Okedenia* von Eulenstein zur eigenen Gattung erhoben, nach Cleve aber zu *Halamphora* zu ziehen ist.

Sekt. VI. *Calamphora* Cleve. — *A. umbata* Cleve et Grun., an der norwegischen Küste gefunden.

Sekt. VII. *Amblyamphora* Cleve. — An der Nordsee: *A. spectabilis* A. Schm. im Brack- und Salzwasser mit deutlicher Streifung; *A. obtusa* Greg. marin mit äußerst zarter Streifung.

Sekt. VIII. *Oxyamphora* Cleve. — A. Zum Teil mit Stauros: *A. acuta* Greg. mit gerader Raphe, mit deutlichen Perlstreifen; *A. laevis* Greg. mit schwachgekrümmter Raphe und feinen Streifen; *A. laevisissima* Greg. mit scharf gekrümmter Raphe, fast glatt; alle 3 marin an

der Nordseeküste. — **B.** Zum Teil ohne Stauros: *A. arcus* Greg. mit kräftiger, gestreifter Schale, marin; *A. hyalina* Kütz. Schale schwach verkieselt, hyalin, im Brackwasser.

161. **Catenula** Mereschk. (1902). Zellen in langen Bändern, die mit ihren glatten Schalen aneinander haften. Schalenenseite stark asymmetrisch, halbmondförmig mit verjüngten Enden. Endknoten dem Rande sehr stark genähert. Raphe, auch am Zentralknoten wenig hervortretend. Schalenoberfläche fein gestrichelt. Das der Gürtelseite anliegende Chromatophor teilt sich der Länge nach, ohne seinen Platz zu verlassen.

2 Arten, marin. Schwarzes Meer und Kalifornien (Fig. 395) 1200/1.

### B. IX. Epithemiaceae.

Diese von Schütt unter die *Naviculoideae-Cymbelloideae* gestellten Formen werden hier nach dem Vorgange von F. Hustedt (123, 124, 124 a), fußend auf eigenen und

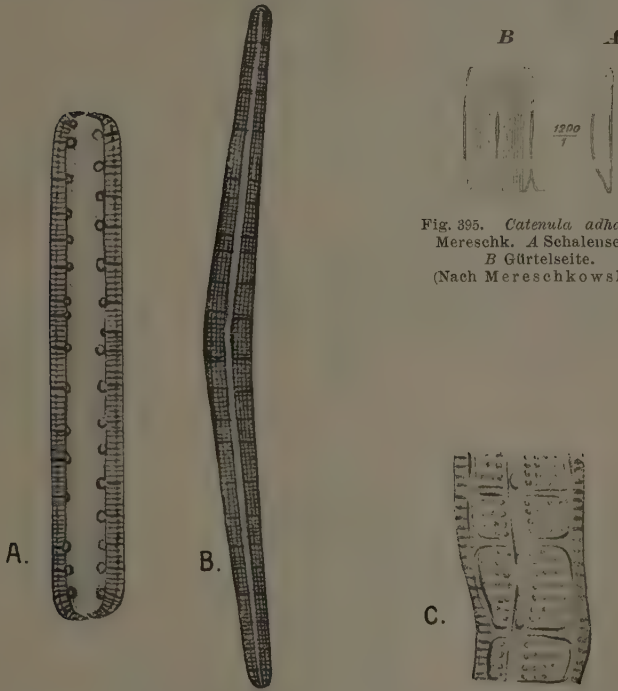


Fig. 395. *Catenula adhaerens* Mereschk. A Schalenenseite, B Gürtelseite. (Nach Mereschkowsky.)

Fig. 396. *Denticula Van Heurckii* Brun. A Gürtelseite, B Schalenenseite, C Schalenmitte mit Raphenzentrum (A, B 900/1, C 1800/1). (Nach Fr. Fricke, Taf. 266, Fig. 20, 21, 22, A. S. Atlas.)

den Untersuchungen von O. Müller (44 a), als Familie zusammengefaßt. Sie sind durch die Transversalrippen, die bei *Epithemia* und *Denticula* als Septen ins Zellumen einspringen und innere Kämmerchen bilden, durch die gebrochene exzentrische, der Zentralwie der Endknoten entbehrende Raphe, die besonders bei *Epithemia* hervortritt, bei *Rhopalodia* durch die gekielte Raphe hinreichend von den *Cymbelleae* unterschieden, um eine selbständige Familie darauf zu begründen. Die Gattungen würden sich in der folgenden Tabelle anordnen:

IX. 20. *Epithemiaceae*. Zellen ungekielt, . . .

Zellen gekammert durch ins Innere eindringende Transversalrippen. Raphe dem konkaven Schalenrande ± genähert. . .

1. Raphe nur in der Mitte der Schale deutlich, annähernd in der Zellmitte verlaufend, oder einem Rande wenig genähert . . . . . 162. *Denticula*.

2. Raphe stark gebrochen, nahe dem konkaven Schalenrande verlaufend, dem Typus der *Navicula*-Raphe angenähert, doch ohne Knoten und ohne Kielpunkte

163. *Epithemia*.

IX. 21. *Rhopalodiaceae*. Zellen gekielt.

Zellen ohne innere Kämmerchen. Raphe dem Typus der *Nitzschia*-Raphe angenähert als Kanalaraphe von O. Müller erkannt . . . . . 164. *Rhopalodia*.

B. IX. 20. *Epithemieae*.

162. *Denticula* Kütz. (1844). Schalen lanzettlich, ± gekrümmt, Raphe nur in der Zellmitte deutlich, mit einer Reihe von Transversalsepten, als Rippen erscheinend, dazwi-

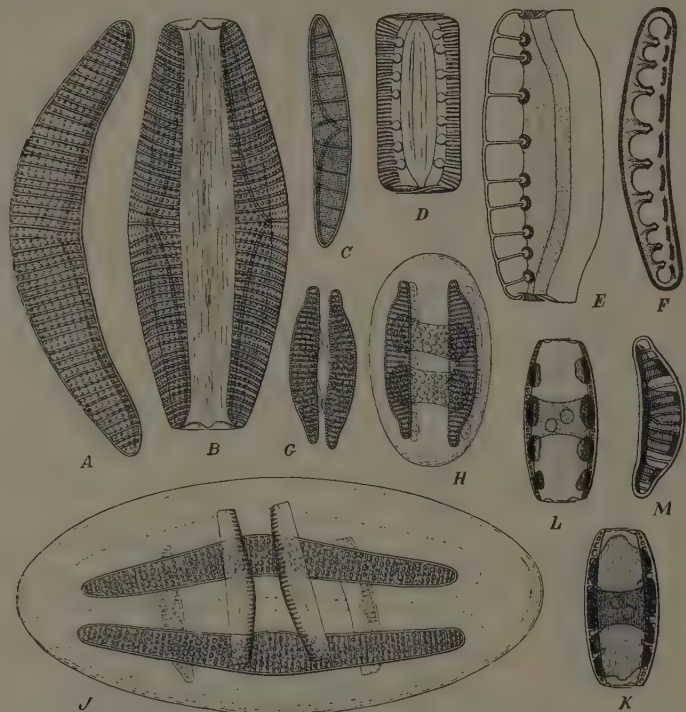


Fig. 397. A, B *Epithemia Hyudmannii* W. Sm. (500/1). — C, D E. *Argus* (Ehrenb.) Kütz. (500/1). — E, F E. *turgida* (Ehrenb.) Kütz. A, C Schalen-, B, D Gürtelansicht; E halber Panzer, Sagittalschnitt (A Schale mit Zwischenband am Gürtelband; F Querseptum in Schalenansicht; G—J Auxosporenbildung; K—M Chromatophoren, K, L die beiden Gürtelbandseiten, M Schalenseite. (A—D nach Van Heurck; E—J nach W. Smith (G—J beobachtet von Thwaites); K—M nach Pfitzer.)

schen mit transversalen Punkt-, Perl-streifen. Gürtelansicht rechteckig, Transversalrippen bis zum Zwischenband reichend, am Ende bekopt. Zwischen Schale und Gürtelband je ein ringförmig geschlossenes Zwischenband mit Querseptum, mit einer in sagittaler Richtung angeordneten Reihe von Fensterchen (Fig. C durchscheinend). Fensterwände mit den Transversalsepten zusammenstoßend, den Schalenraum in eine sagittale Reihe kleiner Kämmerchen teilend. Die Zellen sind frei, einzeln oder zu sehr kurzen Bändern vereinigt.

11 Arten, im Süß- und Brackwasser, fossil. — *D. elegans* Kütz., *D. frigida* Kütz., beide in Bächen und Teichen durch ganz Europa; *D. indica* Grun., *D. van Heurckii* Brun. (Fig. 396).

163. *Epithemia* Bréb. (1838) (*Amphicampa* Ehrb., *Climacidium* Ehrb., *Cystopleura* Bréb., *Desmogonium* Ehrb., *Epithema* Bréb., *Heterocampa* Ehrb., *Ophidocampa* Ehrb.).

Zellen einzeln, selten zu 2 oder mehreren aneinander haftend, epiphytisch lebend, mit der Ventralseite angeheftet, nicht gestielt, nicht in Schläuchen lebend. Schalenansicht bogenförmig. Eine Seite konkav, die andere konvex. Oberfläche der Schalen mit transversalen Rippen. Rippen innerlich = Transversalsepten, die bis zum Zwischenband reichend die Schale in eine sagittale Reihe von Kämmerchen teilen. Schalen mit exzentrischer, dem konkaven Schalenrande stark genäherter. in der Mittellinie stark gebrochener Raphenlinie, die von O. Müller als echte *Navicula*-Raphe erkannt wurde, so daß diese Linien voraussichtlich bei allen Arten den anatomischen Bau der echten Raphe haben werden. Gürtelförmige Zwischenbänder können vorhanden sein oder fehlen. Chromatophoren: meist eine große Platte, der konvexen Gürtelseite anliegend und 2 Lappen nach den Schalen und über diese weg nach der entgegengesetzten Gürtelseite herumschlagend, oder 2 plattenförmige Chromatophoren in der Zelle. Auxosporenbildung: aus 2 Mutterzellen, die sich nebeneinander legen, bilden sich 2 Auxosporen, unter Verschmelzung von je 2 in den beiden Mutterzellen gebildeten Plasmahälften als Gameten. Lage der Auxosporen quer zu den Mutterzellen (Fig. 397).

26 Arten, im Süß- und Brackwasser. — *E. Hyndmannii* W. Sm. (Fig. 397 A, B).

Sekt. I. *Eu-Epithemia* F. S. Zwischenband ohne Quersepten. Transversalrippen nicht bekopft. — Marin ist *E. musculus* Kütz.

Sekt. II. *Capitata* F. S. Transversalrippen bekopft. Zwischenband mit unvollkommen gefensterter Querseptum. Fensterwände mit den Enden der Transversalrippen verbunden. Verbindungsstelle den Rippenkopf bildend. — *E. sorex* Kütz. sehr gewöhnlich im Süßwasser. Verbreitet in Europa: *E. Argus* (Ehrenb.) Kütz. (Fig. 397 C, D) mit besonders großen Rippenköpfen; *E. turgida* (Ehrenb.) Kütz. (Fig. 397 E, F).

#### B. IX. 21. Rhopalodioideae.

164. **Rhopalodia** O. Müller (1895). Schalenansicht nieren-, sichel- oder klammerförmig, askusartig bis unregelmäßig wurmförmig. Gürtelansicht elliptisch bis linear. Transversalschnitt trapezoidisch, dachartig, mit spitzem Winkel. Zentralachse gekrümmt. Jede Panzerhälfte mit einem Zwischenband ohne Septum. Gürtelbänder nach Art der



Fig. 398. *Rhopalodia hirudiniformis* O. Müller. A Schalen-, B Gürtelansicht (600/1); C Transversalschnitt (300/1). (Nach O. Müller.)

Epithemien. Schalen nach der gebogenen Sagittalachse entwickelt, meist mit durchgehenden, stärkeren, schwach radialen Querrippen. Meist mit etwas eingesenktem Mittel- und 2 Endknoten, welche durch eine nicht winkelig gebogene Raphe verbunden werden; diese verläuft auf einer dachartigen Erhebung des Schalendeckels, einem Kiel, ist  $\pm$  dorsal verschoben und bildet stets den Umriß der Gürtelseiten. Unter den Endknoten je ein kurzes, auf die Ecke beschränktes, von der Schale ausgehendes Querseptum.

11 Arten, im Süßwasser. — *R. hirudiniformis* O. Müller (Fig. 398). *R. (Epithemia) gibba* (Ehrbg.) O. Müller, eine der gewöhnlichsten Süßwasserformen. Auxosporenbildung cf. Fig. 180.

#### B. X. Nitzschliaceae. B. X. 22. Nitzschioideae.

Schalen zum Transversalschnitt symmetrisch, zum Sagittalschnitt unsymmetrisch, gekielt. Kiel mit Punkten, meist an einem Rande. Transversalschnitt rhombisch. Kiel diagonal oder beide an derselben Seite. Kiel mit Kanalaraphe. Chromatophoren: 1. eine diagonal gelagerte Platte, oder 2. zwei kleinere Platten diagonal, oder 3. eine Platte einer Gürtelfläche anliegend, oder 4. coccochromatisch.

A. Kiel nicht in Köpfchen aufgelöst.

a. Kiel median. Schale wenig konvex. Zellen zu beweglichen Bändern vereinigt

165. *Bacillaria*.

b. Kiel seitlich verschoben. Schale konvex.

1. Neben dem die Kanalaraphe führenden exzentrischen Kiel kein weiterer vorhanden

166. *Nitzschia*.

2. Neben der Kanalaraphe noch ein medianer an einer Stelle tief einschneidender Kiel vorhanden

167. *Chuniella*.

- B. Kiel in eine Reihe kleiner vorspringender Köpfchen aufgelöst . . . . . 168. *Clavularia*.  
 C. Zellen *Cymbella*-artig . . . . . 169. *Cymbellonitzschia*.  
 D. Vom Kiel aus springen Septen bis zur Zellmitte ein. Auf der Schale eine deutliche Wellenlinie  
 170. *Allonitzschia*.

165. *Bacillaria* Gmel. (1788) (*Vibrio* Müller). Zellen stabförmig, gerade, aber die Schalen wenig konvex. Kiel median oder fast median, weniger scharf als bei *Nitzschia*. Kielpunkte seitlich nicht verlängert. Transversalstreifen deutlich. 2 Chromatophoren; Auxosporenbildung asexuell. Zellen in tafel- oder bandförmigen Ketten lebend. Ketten frei beweglich. Zellen im Kettenverband beweglich, indem sie mit den Schalen aufeinander in sagittaler Richtung hin- und hergleiten, aber nicht aus dem Verbande ungehindert ausscheiden können.

4 Arten, im Süß-, Salz- und Brackwasser. — *B. paradoxa* Gmel. (Fig. 399 u. Fig. 100 u. Fig. 190, S. 193).

166. *Nitzschia* Hassal (1845) (*Grunowia* Rabh., *Oscillaria* Schrank, *Pritchardia* Rabh., *Sigmatella* Kütz.). Zellen meist frei, nach Sagittalschnitt unsymmetrisch. Gürtelbänder und Schalenfläche stehen nicht im rechten Winkel zueinander; Transversalschnitt rhombisch. Schalen zur Transversalebene symmetrisch, mit Kiel und kurzen oder zu kurzen Rippen verlängerten Kielpunkten. Kiele der beiden Schalen in Diagonalstellung zueinander,

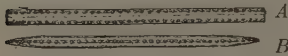


Fig. 399. *Bacillaria paradoxa* Gmel.  
 A Schalen-, B Gürtelansicht (400 $\times$ ).

bisweilen am Rande derselben Gürtelseite. Den Kiel durchzieht nach O. Müller eine Kanalaraphie. Chromatophoren: meist eine große Platte mit einer vollkommenen oder unvollkommenen zentralen Durchbrechung und bisweilen mit vielen kleineren Pyrenoiden einer Gürtelseite anliegend, die Ränder bisweilen auf die Schalen, aber nicht bis auf die andere Gürtelseite herumschlagend, in anderen Fällen aber auch coccochromatisch.

187 Arten, im Süß-, Brack- und Salzwasser. Meist marin und fossil. — *N. Palea* (Kütz.) W. Sm. (Fig. 400 D–H).

Untergatt. I. *Nitzschia* Hassal. (1845). Kiel nach entgegengesetzten Gürtelseiten hin verschoben. Diagonalstellung. Einteilung in Sektionen im wesentlichen nach Grunow.

Sekt. I. *Tryblionella* (W. Smith ex parte) Grunow. Kiel sehr exzentrisch, Schalen meist wellig gefaltet, Kielpunkte undeutlich, meist in gleicher Anzahl wie die Querriefen. — *N. Tryblionella* Hantzsch im Süß- und Brackwasser; *N. navicularis* (Sm.) Grun. marin.

Sekt. II. *Panduriformes* Grunow. Schalen breit, in der Mitte zusammengezogen, mit stärkerer oder schwächerer Längsfalte, Kiel dem einen Rande sehr genähert, Kielpunkte sehr deutlich oder scheinbar fehlend. Streifung dekussiert. — *N. panduriformis* Grun. marin.

Sekt. III. *Apiculatae* Grunow. Kiel sehr dem einen Rande genähert, Schalen länglich lineal oder in der Mitte etwas verdünnt, Querstreifen auf der Längsfalte matter wie auf dem übrigen Teil der Schale oder fehlend. Punkte nicht in Quincunx. — *N. apiculata* (Greg.) Grunow.

Sekt. IV. *Pseudo-Tryblionella* Grun. Kiel  $\pm$  dem einen Schalenrande genähert, Schalen mit flacheren oder tieferen Längsfalten, über welche die Querstreifung gleichmäßig wie im übrigen Teile der Schale verläuft. Kielpunkte immer deutlich.

Sekt. V. *Circumsutae* Grun. Schalen mit breiterer oder schmalerer Längsfalte, sehr exzentrischem Kiele, deutlichen Kielpunkten und unregelmäßig punktierter Oberfläche, welche außerdem aber von zarten, regelmäßigen Punktreihen durchzogen ist. Beide Arten der Punktierung gehören verschiedenen Schichten der Schale an. — *N. circumsuta* (Bailey) Grun.

Sekt. VI. *Dubiae* Grun. Ähnlich *Pseudo-Tryblionella*, die Schalen sind aber nicht wellig gefaltet. Zelle in der Mitte etwas verengt, Kiel exzentrischer, als bei der nächsten Gruppe. Die Untersuchung der Arten ist schwierig und teilweise fraglich. — *N. dubia* W. Sm. im Süßwasser.

Sekt. VII. *Bilobatae* Grun. Ähnlich der vorigen Gruppe, aber mit mehr zentralem Kiele und so den Übergang in die Gruppe *Pseudo-Amphiprora* bildend. Schalen ohne Längsfalten. — *N. bilobata* W. Sm.

Sekt. VIII. *Pseudo-Amphiprora* Grun. Schalen mit fast zentralem, scharfem Kiele, hochgewölbt, ohne Längsfalten. Kielpunkte immer deutlich. Frusteln in der Mitte eingeschnürt mit angedeutetem Zentralknoten.

Sekt. IX. *Perrya* Kitton. Schalen hochgewölbt, mit scharfem, fast zentralem Kiele, in der Mitte nicht verengt. Die Kielpunkte bestehen meist aus kürzeren oder längeren Strichen, welche bei *N. Weissflogii* bisweilen, bei *N. pulcherrima* vielfach unterbrochen sind, so daß sie bei letzterer Art Querreihen grober, länglicher Punkte ähneln. — *N. pulcherrima* Grun. et Kitton.

Sekt. X. *Epithemioidae* Grun. Kiel exzentrisch, die Kielpunkte sind teilweise in Rippen verlängert, welche die ganze Schalenbreite durchlaufen.

Sekt. XI. *Grunowia* Rabenhorst. Ähnlich der vorigen Gruppe, die durch die Verlängerung der Kielpunkte entstehenden Rippen sind aber meist kürzer und erreichen nicht die ganze Breite der Schalen. Kiel sehr exzentrisch. — *N. Denticula* Grun. im Süßwasser.

Sekt. XII. *Scalars* Grun. Ähnlich der vorigen Sektion, aber mit schärferem, weniger exzentrischem Kiele. — *N. scalaris* W. Sm. im Brackwasser.

Sekt. XIII. *Insignes* Grun. Ähnlich der vorigen Gruppe, aber mit noch mehr exzentrischem Kiele, so daß sich manche Formen an die Gruppe *Perrya* eng anschließen. Frusteln bisweilen ganz schwach sigmaförmig gebogen. — *N. insignis* Greg. marin.

Sekt. XIV. *Vivaces* Grun. Kiel mäßig exzentrisch; Schalen je nach der Lage halbiert lanzettlich, mit fast zentralem Kiele. Die Schalen haben in manchen Lagen Ähnlichkeit mit *Hantzschia*; die mittelsten Kielpunkte stehen bei allen Arten nicht entfernter wie die übrigen und es ist keine Andeutung eines Zentralknotens sichtbar, was bei allen *Hantzschiae* der Fall ist. — *N. vivax* W. Sm. marin.

Sekt. XV. *Spathulatae* Grun. Ähnlich *Bacillaria*, aber mit meist sehr zart gestreiften Schalen. Kiel in der Schalenansicht meist von 2 parallelen Begleitlinien eingefast. Die meisten

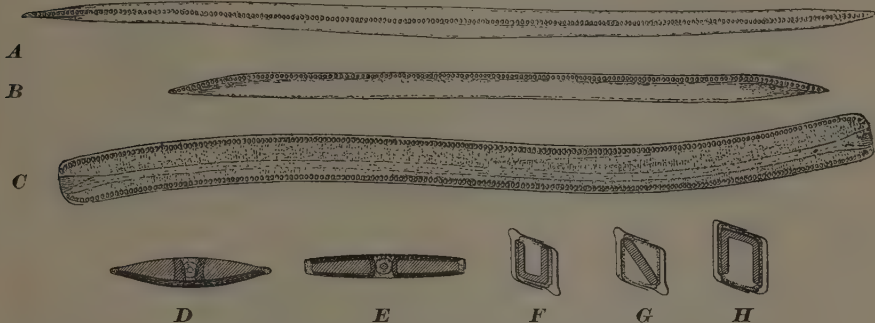


Fig. 400. A—C *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Sm., A, B Schalenansichten; C Gürtelansicht (400/1). — D—H *N. palea* (Kütz.) W. Sm. Zelle mit Chromatophoren. D Schalen-, E Gürtelansicht; F, G, H schematische Transversalschnitte: F und G von wechselrliegenden, H von einer gleichliegenden *N.* (A—C nach W. Smith; D—H nach Pfitzer.)

Formen dieser Sektion bilden eine zusammenhängende Kette, in welcher die Abscheidung von Arten sehr schwierig ist. — *N. spathulata* Bréb. marin.

Sekt. XVI. *Dissipatae* Grun. Ähnlich den vorigen beiden Gruppen, aber mit etwas weniger zentralem Kiele, ohne Begleitlinien. Schalen meist ziemlich klein, sehr zart gestreift. Andeutungen eines Zentralknotens nicht vorhanden. — *N. dissipata* (Kütz.) Grun.

Sekt. XVII. *Sigmoideae* Grun. Kiel fast zentral, ohne Begleitlinien. Frusteln sigmaförmig gebogen. Schale ohne Längsfurchen, Kielpunkte nicht verlängert. Andeutungen eines Zentralknotens nicht sichtbar. — *N. sigmoidea* (Nitzsch) W. Sm. (Fig. 400 A—C).

Sekt. XVIII. *Sigmata* Grun. Kiel mehr exzentrisch als in der vorigen Gruppe. Zellen in Schalen- und Gürtelansicht sigmaförmig gebogen. — *N. sigma* W. Sm. im Brackwasser.

Sekt. XIX. *Obtusae* Grun. Ähnlich der vorigen Gruppe, mit  $\pm$  exzentrischem Kiel, welcher in der Mitte eine kleine Ausbiegung nach innen hat. Die mittelsten Kielpunkte etwas entfernter als die übrigen und dazwischen Andeutungen eines Zentralknotens. — *N. obtusa* W. Sm. im Brackwasser.

Sekt. XX. *Spectabiles* Grun. Schalen groß, schwach bogenförmig, mit exzentrischem Kiele, ohne Längsfalten. Kielpunkte etwas in die breite Schalenhälfte verlängert, aber viel weniger als bei der Gruppe *Insignes* und oft kaum merklich. — *N. spectabilis* (Ehrenb.) Ralfs im Brackwasser.

Sekt. XXI. *Lineares* Grun. Kiel etwas exzentrisch, aber weniger als bei den nächsten Gruppen. Frusteln gerade, bisweilen in der Mitte sehr wenig verengt, so daß sich Übergänge in die Gruppen *Dubiae* und *Bilobatae* zeigen. Schalen ohne Längsfalten, Kielpunkte fast rund oder etwas eckig, kaum seitwärts verlängert. — *N. linearis* (Ag.) W. Sm.

Sekt. XXII. *Lanceolatae* Grun. Schalen lanzettlich, linearlanzettlich oder seltener oval, mit sehr exzentrischem Kiel, ungefalt, Kielpunkte nicht verlängert. — *N. lanceolata* W. Sm. im Brackwasser.

Sekt. XXIII. *Nitzschiella* (Rabh.) Grun. Schalen mit exzentrischem Kiele und lang vorgezogenen Spitzen. — *N. longissima* (Bréb.) Ralfs.

Untergatt. II. *Hantzschia* Grun. (1877). (*Pseudoepithemia* Cleve et Grun.). Zelle vom *Nitzschia*-Bau. Schalen gebogen, ungleichseitig, Dorsalseite konvex gebogen, Ventralseite eben, am Ende etwas geschnäbelt, mit Knotenkiel, Kielknoten bisweilen zu Rippen verlängert. Zentralknoten angedeutet. Gürtelansicht zeigt die Kielknoten an derselben Zellseite (Lateralstellung der Kiele). — 9 Arten, meist im Süß- und Brackwasser, doch auch marin. *N. amphioxys* (Ehrenb.) W. Sm. (Fig. 401) im Süß- und Brackwasser; *N. marina* (Donk.) marin.

Untergatt. III. *Homoeocladia* Ag. (1827). Zellen vom *Nitzschia*-Typus in Schläuchen lebend. — 10 Arten, im Süß-, Brack- und Salzwasser. Meist marin. *N. filiformis* W. Sm. (Fig. 402 A—C) und *N. Martiana* Ag. (Fig. 402 D, E).

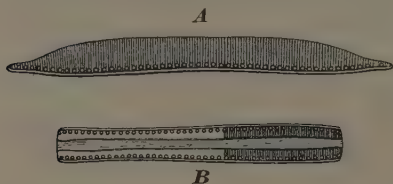


Fig. 401. *Nitzschia* (*Hantzschia*) *amphioxys* (Ehrenb.) W. Sm. A Schalen-, B Gürtelansicht (600/1). (Nach Van Heurck).

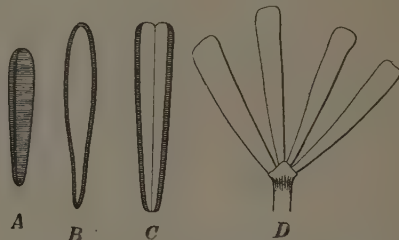


Fig. 403. *Nitzschia* (*Gomphonitzschia*) *Unger* Grun. A, B Schalen-, C Gürtelansicht; D 4 Zellen auf Gallertstiel (500/1). (Nach Grunow.)

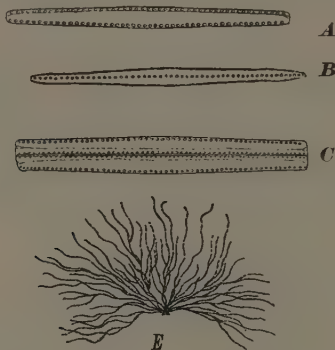


Fig. 402. A—C *Nitzschia* (*Homoeocladia*) *filiformis* W. Sm. A, B Schalen-, C Gürtelansicht (C von 2 Zellen) (400/1). — D, E *N. (Hom.) Martiana* Ag. D Schlauchstück mit Zellen (10/1); E Rasen (nat. Gr.). (Nach W. Smith.)

Untergatt. IV. *Gomphonitzschia* Grun. (1868). Zellen wie bei *Nitzschia*, doch keilförmig, kurz gestielt oder fächerartig sitzend. — 2 Arten, im Süß- und Salzwasser. *N. ungeri* Grun. (Fig. 403).

167. *Chuniella* G. K. (1905) (Phytoplankton der Valdiviaexpedition). Schalen von schiffchenförmigem Umriß. Kanalarphe exzentrisch, dagegen ein Nebenkiele median verlaufend mit einem stärker verdickten, oberhalb oder unterhalb der Zellmitte stabförmigen Knoten. Gürtelband sigmoid, zeigt die Kanalarphe als Randbegrenzung, den Nebenkiele an der verdickten Stelle  $\pm$  tief in die Schale einschneidend. Gürtel bisweilen komplex. Schalenzeichnung dekussierte Striche. Chromatophoren  $\pm$  zahlreiche kurze schmale Bändchen.

4 Arten im antarktischen Plankton (Fig. 404).

168. *Clavularia* Grev. (1865). Zellen frei, linear verlängert, mit zahlreichen, falschen transversalen Scheidewänden, die durch eine zentrale, glatte, äußere Platte unterbrochen werden. Schalen linear, mit zentraler Anschwellung und einer sagittalen Reihe

von Knöpfchen, die in Gürtelansicht als Köpfe kurzer Hörnchen erscheinen. Zweifelhafte Form von unsicherer systematischer Stellung.

1 Art, fossil. *C. barbadensis* Grev. (Fig. 405).

169. **Cymbellonitzschia** Hust. (1924) vertritt die *Cymbella*-Form unter den Nitzschien. Die beiden Schalen einer Zelle sind spiegelsymmetrisch wie bei *Hantzschia*, während die übrigen Nitzschien diagonalsymmetrisch gebaut sind. Nur die Transversalachse ist



Fig. 404. *Chionella sigmoidea* G. K. (400/1). A Schalenansicht. Nebenkiel in der Mediane verlaufend. B Sigmoide Gürtelseite. Einsenkung des Nebenkiels. Raphe am rechten Rande.



Fig. 406. *Cymbellonitzschia minima*, Hust. Schalenseiten (1000/1). (Nach A. S. Atlas 352.)



Fig. 405. *Clavularia barbadensis* Grev. A Schalen-, B Gürtelansicht. (Nach Greville.)

gerade, Sagittal- und Zentralachse sind gebogen. Außerdem ist die Transversalachse heteropol, die beiden anderen Achsen isopol.

1 Art. Tanganikasee.

170. **Allonitzschia** A. Mann (1927) (Bull. 100. USA. National Museum). Zellen bilateral unsymmetrisch, *Nitzschia-Hantzschia* ähnlich. Enden verjüngt mit abgerundeter Spitze. Von der eine Kanalaraphe führenden geraden Rückenseite springen in gewissen Abständen liegende Septen ein, die sich bis in die halbe Breite der Zelle ausdehnen, nach den beiden Enden zu sich verjüngen. Die Bauchseite ist gewölbt. Auf der Schale verläuft eine deutliche Wellenlinie, auf und absteigend und mit den Septen korrespondierend, so daß polygonale Felder entstehen. Gürtelseite schmal rechteckig; die Septen erscheinen hier als Wandverdickungen. 0,118 : 0,610 mm, selten, nur 1 Exemplar gefunden.

1 Spezies, marin. Philippinen. Sula-Inseln. Fig. 407.

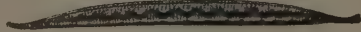


Fig. 407. *Allonitzschia murifera*. A. Mann. 570/1. (Nach A. Mann.)

#### B. X. 23. Nitzschlaceae-Surirelloideae.

Schalen symmetrisch zur Sagittalachse. Schale mit geflügelten, oft transversalgerippten Randkielen und bisweilen mit stumpfem Sagittalkiele. Kiele mit kanalartiger Raphe. Ohne Knoten. Teilungsebene gerade oder gebogen (sattelförmig) oder spiralig gedreht. Chromatophoren: 1 Platte den Schalen anliegend, oft mit lappenförmigen Auswüchsen in der Fläche.

- I. Sagittallinie der Schalenoberfläche unduliert (Transversalwellen) . . . 171. *Cymatopleura*.  
 II. Sagittallinie der Schalenoberfläche nicht unduliert.  
 A. Schalenumriß elliptisch oder ei-keilförmig mit starken Transversalrippen, die einen meist lineal gestreckten Streifen freilassen. Kiel geflügelt oder nierenförmig mit Radialrippen 172. *Surirella*.  
 B. Schalenumriß fast kreisförmig. Zelle flach, sattelartig gebogen. Kiel nicht geflügelt. Pseudoraphe beider Schalen gekreuzt . . . . . 173. *Campylodiscus*.

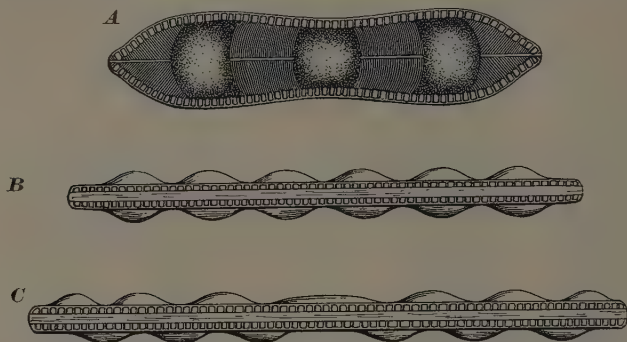


Fig. 408. *Cymatopleura Solea* (Bréb.) W. Sm. A Schalen-, B, C Gürtelansicht. (Nach Van Heurek.)



Fig. 409. A, B *Surirella splendida* (Ehrenb.) Kütz. A Schalen-, B Gürtelansicht. — C. *S. spiralis* Kütz. (400/1). (Nach W. Smith.) *Surirella calcarata* (Zellteilung) siehe Fig. 177, 178.

171. *Cymatopleura* W. Sm. (1851) (*Sphyncocystis* Hass.). Schalenansicht elliptisch-, kahn-, stabförmig. Oberfläche transversal unduliert, mit geperltem Rand, fein gestreift, Pseudoraphe bestimmt aber schwer sichtbar. Gürtelansicht stabförmig, mit geradlinigem Rand, Kiel mit Kanalarphe die Wellen des Schalendeckels zeigend. Auxosporen: zwei apogam aus 2 Zellen. G. Karsten (21).

9 Arten im Süß- und Brackwasser, z. B. *C. Solea* (Bréb.) W. Sm. (Fig. 408).

172. *Surirella* Turp. (1827) (*Novilla* Heib., *Stenopterobia* Bréb., *Suriraya* Turp.). Schalen keilförmig, nierenförmig, elliptisch oder linear, bisweilen tordiert, mit linearer

oder lanzettlicher Pseudoraphe, mit kurzen oder die Pseudoraphe erreichenden Rippen und mit  $\pm$  stark entwickelten Kielen in der Nähe des Schalenrandes. Pseudoraphe beider Schalen parallel. Gürtelansicht durch vorspringenden Kiel geflügelt, Flügel mit Kanalaraphe. Chromatophoren: 1 Platte, den Schalen angelagert, bei der Teilung wird das die beiden den Schalen anliegenden Chromatophorenhälften verbindende schmale Band durchschnitten. Auxosporen: eine sexuell aus zwei Zellen (vgl. Fig. 117, 125, 185, 186).

194 Arten, im Süß-, Brack- und Salzwasser.

Sekt. I. *Eusuriraya* F. S. — **A.** Zellen frei. Schalen eben. — **A a.** Schalen nach beiden Enden gleich zugespitzt: *S. biseriata* Bréb. — **A b.** Schalen nach einem Ende stärker verjüngt: *S. splendida* Ehrenb. (Fig. 409 A, B). — **B.** Zelle um die mittlere Sagittallinie tordiert: *S. spiralis* Kütz. (Fig. 409 C).

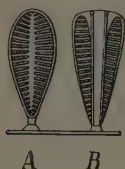


Fig. 410. *Surirella (Podocystis) adriatica* Kütz.  
A Schalen-, B Gürtelansicht (150/1).  
(Nach Rabenhorst.)

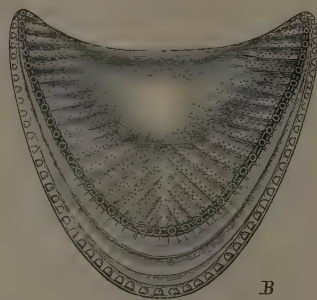


Fig. 411. A *Campylodiscus Echenis* Ehrenb. — B *C. noricus* Ehrenb. — C *C. superbus* Rab. (A nach W. Smith; B nach Van Heurck; C nach Rabenhorst.)

Sekt. II. *Podocystis* Kütz. (*Euphyllodium* Shadb.). Zellen gestielt; *S. adriatica* Kütz. (Fig. 410).

Sekt. III. *Plagioidiscus* Grun. et Eulens. Zelle wie *Suriraya*, doch in Schalenansicht nierenförmig, mit Radialrippen.

173. **Campylodiscus** Ehrb. (1841) (*Calodiscus* Rabh., *Coronia* Ehrb.). Schalen kreisförmig, durch Verbiegung unregelmäßig erscheinend, mit meist kurzen Rippen. Zellen sattelförmig gebogen-verbogen. Sagittalachse beider Schalen gekreuzt. Chromatophoren: 2 am Rand zerteilte und gefaltete Platten den Schalen angelagert.

112 Arten, meist marin. — *C. noricus* Ehrenb. (Fig. 411 B) und *C. superbus* Rab. (Fig. 411 C). Nach Deby wird die Gattung eingeteilt in:

Sekt. I. *Raphideae* Deby. Schalen mit einem schmalen, glatten Feld oder einer Sagittallinie (Pseudoraphe). — *C. Ralfsi* W. Sm. marin.

Sekt. II. *Vagae* Deby. Feld unbestimmt begrenzt, weil Strahlen fehlen. — *C. clypeus* Ehrenb. im Brackwasser; *C. Echenis* Ehrenb. (Fig. 411 A) im Süßwasser.

Sekt. III. *Hyalinae* Deby. Großes hyalines Feld, zentral, glatt, ohne Punktierung. — *C. Horologium* Williams marin.

Sekt. IV. *Striatae* Deby. Mittelfeld mit deutlichen Streifen. — *C. Thuretii* Bréb. marin.

Sekt. V. *Punctatae* Deby. Mittelfeld punktiert oder gestreift punktiert. — *C. hibernicus* Ehrenb. im Süßwasser; *C. eximius* Greg. marin.

## Anhang.

Nur wenigen der von Schütt hier zusammengestellten Formen konnten bisher sichere Stellen im System gegeben werden.

### Pyxilleae.

Zellen kurz büchsenförmig, selten gestreckt büchsenförmig, dickschalig, meist bestachelt. Hälften sehr verschieden, verhalten sich wie Topf und Deckel zueinander. Sippe sehr unzusammenhängend, wahrscheinlich in Zukunft zu streichen, da ihre Gattun-



Fig. 412. *Pyxilla Johnsoniana* Grev.

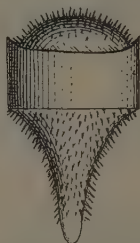
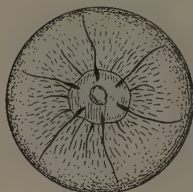
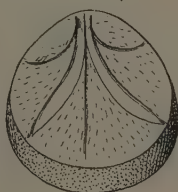


Fig. 413. *Kentrodiscus fossilis* Pant. (600/1). (Nach Pantocsek.)



A



B

Fig. 414. *Mastogonia simbirskiana* Pant. A Schalenansicht; B schräg gesehen (500/1). (Nach Pantocsek.)



A



B

Fig. 415. *Stephanogonia cincta* Pant. — B *S. acinoptychus* Ehrenb. Schalenansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

gen sehr wahrscheinlich unter besonderem Namen beschriebene Dauersporen anderer Gattungen, zumeist wahrscheinlich von *Chaetocerae* und *Rhizosoleniae* sind.

174. *Pyxilla* Grev. (1864) (*Pterotheca* Grun.). Zelle frei, gestreckt zylindrisch, 2schalig. Büchsenförmig, areoliert oder punktiert. Die beiden Schalen ungleich, jede mit einer kurzen, dicken Spitze endigend.

10 Arten, marin und fossil. — *P. Johnsoniana* Greville (Fig. 412).

175. *Kentrodiscus* Pant. (1889) (*Centrodiscus* Pant.). Schalen ungleich, Gürtelband glatt; die eine mit zentralem, dickem Horn, die andere konvex, ohne Horn, beide stachelig. 1 Art, fossil. — *K. fossilis* Pant. (Fig. 413).

176. *Mastogonia* Ehrb. (1844). Zellen nicht verkettet. Schalen ungleich, konvex, kantig, zitzenförmig, in Schalenansicht fast kreisförmig, Zentrum nicht bewehrt, Schalenmembran zusammenhängend. Struktur nicht zellulos, zwischen den Kanten strahlig. 9 Arten, marin und fossil. — *M. simbirskiana* Pant. (Fig. 414).

177. *Stephanogonia* Ehrb. (1844). Schalen fast kreisförmig, die eine flach, fast eben, die andere eine abgestumpfte Pyramide mit vielen Seiten. Spitze abgeschnitten, ±

hoch. Die Seitenkanten mit oft gezähnten Kiellinien, Gipffeldfläche mit Stachelkranz. Oft auch Gürtelband einseitig oder nach beiden Seiten mit Kranz von Dornen.

6 Arten, marin und fossil. — *S. cincta* Pant. (Fig. 415 A) und *S. actinoptychus* Ehrenb. (Fig. 415 B).

178. **Ktenodiscus** Pant. (1889) (*Ctenodiscus* Pant.). Zellen in Gürtelansicht stark konvex, mit hyalinem, gesägtem Kamm umgeben. Schalenansicht fast kreisförmig, mit gebogenen Radialrippen, am Rande mit hyalinen, nackten, ovalen Feldern.

2 fossile Arten, z. B. *K. hungaricus* Pant. (Fig. 416).

179. **Xanthiopyxis** Ehrb. (1844) (*Omphalotheca* Ehrb., *Pyxidicula* Ehrb.). Schalenansicht kreisförmig bis elliptisch. Oberfläche meist hyalin, weder retikuliert noch areoliert, noch granuliert, mit zerstreuten, kleinen Stacheln.

11 Arten, fossil. — *X. oblonga* Ehrenb. (Fig. 417 A) und *X. cingulata* Ehrenb. (Fig. 417 B).

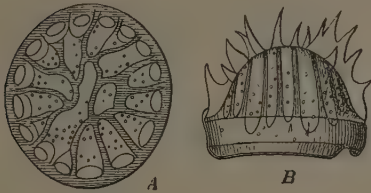


Fig. 416. *Ktenodiscus hungaricus* Pant.  
(Nach Pantocsek.)

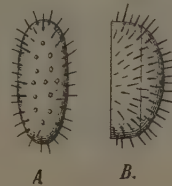


Fig. 417. A *Xanthiopyxis oblonga* Ehrenb.  
Schalenansicht. — B. *X. cingulata* Ehrenb.  
Eine halbe Zelle in Gürtelansicht.



Fig. 418. *Hercotheca mammillaris* Ehrenb. Gürtelansicht (300/1). (Nach Pritchard.)

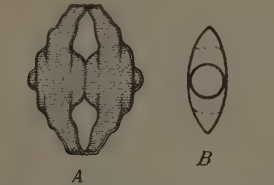


Fig. 419. A *Goniothecium Odontella* Ehrenb. Gürtelansicht. — B *G. Ropersii* Ehrenb. Schalenansicht (400/1). (Nach Brightwell.)

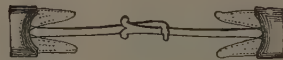


Fig. 420. *Synetoneis amplexans* (Grove et Sturt) Grun. 2 Schalen benachbarter Zellen. Gürtelansicht (400/1). (Nach Grove und Sturt.)

180. **Hercotheca** Ehrb. (1844). Zelle einfach. Schalen ungleich, eine Schale gewölbt, die andere flach, fast glatt. Beide mit Randkranz von geraden Borsten oder Stacheln.

1 fossile Art, *H. mammillaris* Ehrenb. (Fig. 418).

Die Formen *Stephanogonia* Fig. 415 B, *Ktenodiscus* Fig. 416 B, *Hercotheca* Fig. 418, *Periptera* Fig. 422 A und B können mit größter Wahrscheinlichkeit verschiedenen *Chaetoceras*-Arten als Rubesporen zugeschrieben werden, wenn die zugehörigen Arten auch einstweilen nicht bekannt sind.

181. **Goniothecium** Ehrb. (1844). Zellen in Gürtelansicht mit Einschnürung, nach beiden Enden hin verjüngt und hier scharf abgeschnitten. Schalen glatt, annähernd elliptisch, ohne Stacheln und Dornen.

20 Arten, fossil. — *G. Odontella* Ehrenb. (Fig. 419 A) und *G. Ropersii* Ehrenb. (Fig. 419 B).

182. **Synetoneis** Grun. (1888) (*Synetocystis* Ralfs). Schalen *Biddulphia*-artig, mit 2 hohen Polstern und dickem, oben geteiltem Zentralhorn, das das Horn der benachbarten Schale umschlingt.

1 fossile Art, *S. amplexans* (Grove et Sturt) Grun. (Fig. 420).

183. **Peponia** Grev. (1863). Schalen hochgewölbt, in Schalenansicht fast kreisförmig, an 2 entgegengesetzten Seiten unvermittelt in eine stumpf-3eckige Spitze (Fort-

satz) ausgezogen. Fortsatz am Ende in einen kurzen Buckel verlängert. Oberfläche der Schale und des Fortsatzes areoliert.

1 fossile Art, *P. barbadensis* Grev. (Fig. 421).

184. **Epithelion** Pant. (1894). Elliptische aufgewölbte Zellen mit undeutlich schuppiger Struktur. Oberfläche mit kleinen oder größeren unregelmäßig verteilten Punkten oder Dornfortsätzen.

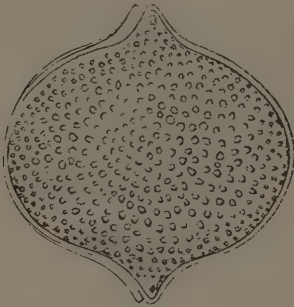


Fig. 421. *Peponia barbadensis* Grev.

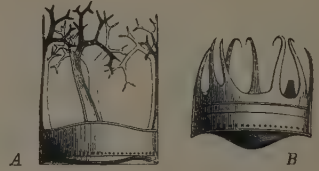


Fig. 422. *Periptera tetracledia* Ehrenb.

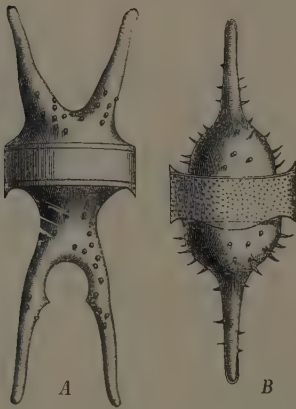


Fig. 423. A *Dieladiopsis barbadensis* (Grev.) De Toni.  
— B *D. robusta* (Grev.) De Toni.

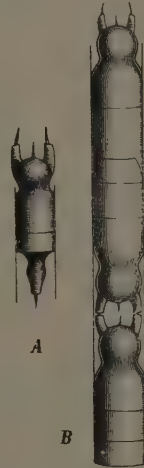


Fig. 424. *Syringidium Daemon* Grev. (400/1).  
(Nach Greville.)

Zellen offenbar schlecht erhalten, den allerältesten Schichten entnommen. Zugehörigkeit unbestimmbar.

4 Arten. *Pantocsek* III. Taf. 17, Fig. 253. Taf. 20, Fig. 291. Taf. 27, Fig. 396. Taf. 29, Fig. 424.

185. **Periptera** Ehrb. (1844). Zelle eine Büchse aus 2 Schalen, in der Längsachse zusammengedrückt, eine Schale geflügelt oder gehörnt. Hörner bisweilen verzweigt am Schalendeckelrand inseriert.

2 Arten, marin. — *P. tetracledia* Ehrenb. (wahrscheinlich *Chaetoceras*-Dauersporen, wie die Ähnlichkeit von Fig. 422 A mit Fig. 165 B zeigt.

186. **Dicladiopsis** De Toni. (1894). Zelle ein niedriges Büschchen, aus zwei ungleichen Schalen mit je 2 kegelförmigen Hörnern von verschiedener Form und kurzem ringförmigen Schalenmantel. Beide Schalen mit je 1 oder 2 Hörnern.

2 Arten, fossil. — *D. barbadensis* (Grev.) De Toni (Fig. 423 A) und *D. robusta* (Grev.) De Toni (Fig. 423 B).

187. **Syringidium** Ehrb. (1845). Zellen lang zylindrisch. Zweischalig, bisweilen mit Gürtelband. Schalen gleich oder ungleich, meist bekopft, die eine mit 1, die andere mit 2 kurzen Längshörnern oder jede mit 2 Hörnern. Hörner bestachelt.

10 Arten, marin und fossil. Stellung zweifelhaft, z. T. vielleicht zu *Hemiaulus*, z. T. wahrscheinlich Sporen von *Solenieae*. — *S. Daemon* Grev. (Fig. 424).

Folgende Namen, die als Namen von Bacillariaceen zitiert sind, ließen sich nicht mit bestimmten *Bacillariaceae* identifizieren: *Actiniscus* Ehrenb. (*Dictyocha*, *Silicoflagellata*), *Arthrodesmus* Ehrenb., *Aristella* Kütz., *Cladomphalus* Bail., *Dendrellon* Pant., *Discus* Stodder, *Heribaudia* Perag., *Microtheca* Ehrenb., *Parelion* A. Schmidt (*Ornithocercus*, *Peridiniaceae*), *Rosaria* Carmich., *Scapha* Edw. Mrt., *Spermatogonia* (Leud.) Fortm., *Symblypharis* Ehrenb., *Van Heurckiella* Pant. (Schwammfrgm.), *Vesiculifera* Hass., *Vorticella* Müller, *Wrightia* O'Meara.

# Abteilung MYXOMYCETES

## (Mycetozoa, Phytosarcodina, Schleimpilze, Pilztiere).

Von

E. Jahn.

Mit 23 Figuren.

Wichtigste Literatur: E. Fries, *Systema mycologicum*. III. Gryphiswaldae, 1829. — A. de Bary, *Die Mycetozoen (Schleimpilze)*, ein Beitrag zur Kenntnis der niedersten Organismen. Leipzig, 1864. — L. Cienkowski, *Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten*, *Das Plasmodium*, Pringsheims Jahrbücher III. (1863). — A. Famintzin und M. Woronin, *Über zwei neue Formen von Schleimpilzen: Ceratium hydroides und Ceratium porioides*. Mém. de l'Ac. de St. Pétersbourg (1878). — J. T. Rostafinski, *Sluzowce (Mycetozoa)*, Paryz (1875 bis 1876). — M. C. Cooke, *Myxomycetes of Great Britain*, London, 1877. — W. Zopf, *Die Pilztiere oder Schleimpilze*, Breslau (1885). — E. Jahn, *Myxomycetenstudien*, I—XII. Ber. d. D. bot. Ges. (1901—1928). — Arthur Lister, *A Monograph of the Mycetozoa*. 3. Edition, revised by Gulielma Lister, London (1925). — T. H. Macbride, *North American Slime-Moulds*. 2. Edition, New York (1923). — C. Torrend, *Les Myxomycètes*. Broteria, VI—VIII (1907—09). — H. Schinz, *Myxogastres*. Rabenhorsts Kryptogamenflora. I. X (1912—20). — W. C. Sturgis, *A Guide to Botanical Literature of the Myxomycetes from 1875 to 1912*. Color. Coll. Publ. Science Ser. Nr. 11 (1912).

**Merkmale.** Der Vegetationskörper aller Myxomyceten ist das Plasmodium (Cienkowski 1862), nacktes, höchstens von einer Schleimhülle bedecktes Plasma. Es bewegt sich im ausgebildeten Zustand durch Strömen innerhalb eines eigentümlichen Adersystems und enthält dann zahllose Kerne. Die Phase der Fortpflanzung wird durch die Reduktionsteilung eingeleitet; bei allen Arten zieht das Plasma sich vorher zusammen und zerfällt in abgerundete Ballen. Bei den *Hydromyzales* geschieht dies ohne weitere Vorbereitungen im Wasser. Bei allen übrigen Reihen kommt das Plasmodium vorher aus dem Substrat heraus und baut zunächst Fruchtkörper mannigfacher Art auf, die zur Verbreitung der Sporen an der Luft dienen sollen. In ihnen findet dann Abrundung, Reduktionsteilung und Sporenbildung statt. Aus den Sporen kommen Amöben heraus, die sich teilen. Bei den höheren Formen werden sie bald zu Schwärmern oder kommen schon als Schwärmer heraus. Diese kopulieren nach mehreren Teilungen und bilden dann einkerne Plasmodien.

**Vegetationsorgane.** Der jugendliche vegetative Zustand gleicht einer Amöbe mit langen zugespitzten Pseudopodien. Die niederen wasserbewohnenden Formen erreichen die folgenden Entwicklungsstufen nur unvollkommen. In diesen treten immer deutlicher die Adern hervor, in denen das Plasma strömt. Ein wohl ausgebildetes Plasmodium der höheren Reihen läßt sich mit einem Strom vergleichen, der sich an seiner Mündung in zahlreiche Rinnsale auflöst und so ein Delta bildet (Fig 425 F). Dieses Delta ist die Front, die sich langsam vorwärts schiebt. Bei einem großen, auf einem nahrhaften Substrat dahinkriechenden Plasmodium lassen sich mehrere solcher Hauptadern, die dann parallel gerichtet sind, unterscheiden. Sie verlieren sich vorn in einer gemeinschaftlichen Front. Hier häuft sich das Plasma in einer dicken emporragenden Schicht an und läßt aus sich eine zartere hyaline Schicht heraustreten, die vorwärts fließt (vgl. Fig. 425 G). Nach hinten hin werden die Adern immer deutlicher, zunächst als reich verzweigtes Geflecht, in dessen Maschen noch Plasma sichtbar ist. Die Ähnlichkeit dieses Netzes mit dem Aderngeflecht im Gekröse hat dem Plasmodium den älteren Namen Mesenterica verschafft. Ganz hinten bleiben schließlich nur die Hauptadern übrig. In diesem Adersystem

fließt das Plasma, und zwar abwechselnd nach vorn und nach hinten: nach vorn, um die Front weiter zu wälzen, nach hinten, um die letzten Plasmareste in den Hauptadern zu verflüssigen und fortzuführen. Bei größeren Plasmodien fließt der Strom vorwärts, meist 1—1½ Minuten, rückwärts stets eine kürzere Zeit, die aber unbeständiger zu sein scheint. Bei kleineren Plasmodien wechseln die Ströme schneller, etwa in je 30 und 25 Sekunden.

Beobachtet man den fließenden Inhalt der Adern, so hat man den Eindruck einer leichtflüssigen Substanz, in der die Körnchen mit größter Behendigkeit aneinander vorbeischießen. Über die letzten Ursachen dieser Strömung ist nichts Sicheres bekannt. Man muß aber vermuten, daß der Antrieb zur Strömung beim Vorwärtsfließen von hinten ausgeht und beim Rückwärtsfließen von der Front. Denn man kann es durch irgendein Abschreckungsmittel, z. B. durch lokale Erwärmung der Front, erreichen, daß der Strom in

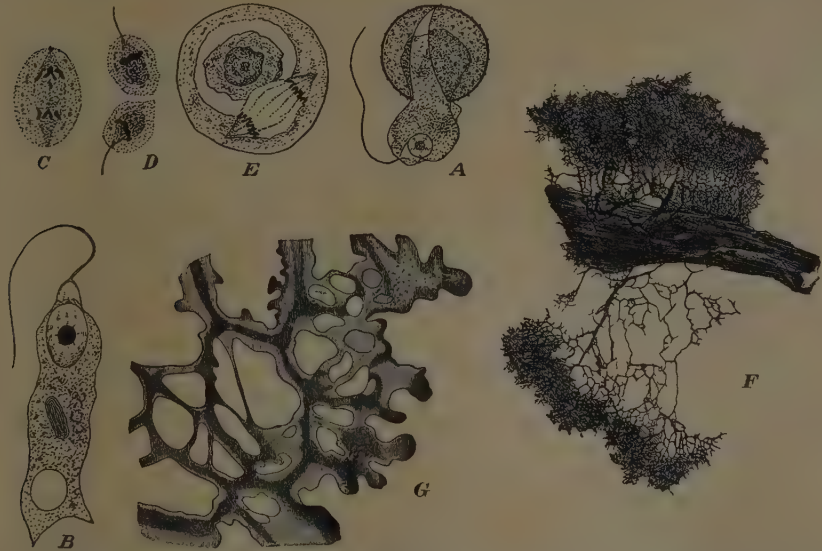


Fig. 425. A Keimung der Spore von *Didymium nigripes*. B Schwärmer von *Amaurochaete fuliginosa*. C, D Teilungsstadien der Schwärmer von *Stemonitis tubulina*. E Einkerniges Plasmodium von *Physarum didermoides* mit Kernteilung und Verdauungsvakuole (A—E 2000/1). F Ausgebildetes Plasmodium von *Didymium complanatum* (nat. Gr.). G Rand des im Zurückweichen begriffenen Plasmodiums eines *Didymium* (350/1). (F, G nach Cienkowski 1863.)

eine Hauptader gleichzeitig von beiden Seiten hineingepreßt wird. Sie schlängelt sich dann unter dem Druck und platzt schließlich. Dann quillt das Plasma in Form eines großen Tropfens heraus.

Von äußeren Bedingungen sind diese Bewegungen in hohem Grade abhängig. Nach Clifford bewegt sich das Plasmodium von *Fuligo septica* noch bei 0° und stellt seine Strömungen erst bei 48° ein. Fast alle Arten sind lichtscheu, so lange sie in der vegetativen Periode sind. Nur wenige pilz- oder flechtenbewohnende Arten machen eine Ausnahme. Durch Nahrungsstoffe läßt sich der Strom sogleich in eine bestimmte Bahn lenken. Die chemotaktische Reizbarkeit hat Stahl hier zuerst beobachtet.

Die Kerne sind von wechselnder Größe (2,5—5  $\mu$ ). Ihre Teilung erfolgt auf karyokinetischem Wege mit langgestreckten Spindeln, dem Anschein nach in der Weise, daß sie irgendwo in der Front beginnt und dann durch Ansteckung auf alle Kerne übergeht. Pulsierende Vakuolen liegen zahlreich im Plasma zwischen den Adern. In der Reihe der *Physarales* findet man im Plasma allenthalben Körnchen von Kalziumkarbonat.

Oft sind die Plasmodien hyalin oder weiß, bei vielen Arten aber auffällig gefärbt. bei den niederen Gruppen (*Enteridiales*) sind rötliche Farbstoffe vorherrschend, bei den

andern meist gelbliche bis gelbrote. Hier handelt es sich wohl meist um Carotine. Eine Sonderstellung nehmen die *Cribrariales* ein, deren Plasmodien schon durch dunkle Farben (schwarz, dunkelblau, bleifarben, dunkelgrün) auffallen. Außer dem im Plasma gelösten Farbstoff führen sie in großer Menge dunkelgefärbte Körnchen mit sich (Plasmakörner, Dictydinkörner), die man schon in den Sporen nachweisen kann und die auch an den verdickten Teilen des Sporangiums in Menge sitzen. Sie sind etwa  $1-3\ \mu$  groß und lassen sich im fixierten Plasma neben den Kernen ähnlich wie Chromatophoren färben. Ihre Funktion ist unbekannt.

Die Nahrung der Plasmodien ist sehr mannigfach. Die *Hydromyzales* leben von Algen, die sie entweder vollständig aufnehmen und verdauen oder deren Zellinhalt sie durch Anbohren der Membran ausbeuten. Unter den echten *M.* leben die Vertreter der niederen Reihen im Innern feuchten, faulen Holzes. Auffallend ist bei vielen dieser Formen die Bevorzugung des Koniferenholzes. Zweifellos ist für die Ausnutzung der im Holze vorkommenden Nährstoffe ein membranloser flüssiger Vegetationskörper von Vorteil. Man kann in der Tat beobachten, daß einzelne Arten (z. B. *Amaurochaete*) sich auf frisch gefälltem Holze sofort entwickeln können, es schnell durchsetzen und in wenigen Tagen riesige Fruchtkörper hervorbringen. Sie haben vermutlich die Fähigkeit, die Membranen aufzulösen, vorwiegend werden sie sich aber teils von den Plasmaresten und Reservestoffen im Holz, teils von den Pilzen und Bakterien nähren. Unter den *Physarales* besonders leben viele Arten nicht mehr im Holz, sondern im Boden unter den faulenden Blättern des Rohhumus. Andere sind in der Anpassung weiter gegangen. *Badhamia utricularis* weidet im Spätherbst die Sporenlager der Hymenomyceten ab, und *Listerella* ist nur auf lebenden Flechten beobachtet. Verschiedene Arten kommen nur auf der Rinde lebender Bäume vor, andere im Torf der Hochmoore. Meylan hat den Nachweis geführt, daß eine ganze Gruppe alpiner Arten vorhanden ist, die im Gebirge ungefähr bei einer Höhe von 1000 m an unmittelbar nach der Schneeschmelze auftreten und von den im Schnee erstickten Kräutern leben.

Je nach der Art bleibt das Plasmodium klein und geht bald in der Bildung weniger kleiner Sporangien auf, oder es wächst zu riesiger Größe heran (1 qm und mehr) und erzeugt Unmengen von Sporen. Die Lebensdauer kann wenige Tage betragen und sich über Jahre erstrecken. Arten von *Trichia* erscheinen im Herbst Jahr für Jahr an demselben Stumpf. In der ungünstigen Zeit geht das Plasmodium bei diesen Arten in einen Dauerzustand (Sklerotium) über.

**Fortpflanzung.** Das zytologische Kenzeichen der beginnenden Fortpflanzung ist die Reduktionsteilung, die in normaler Weise vor sich geht und sich über alle Kerne erstreckt. Biologisch geht ihr bei den *Hydromyzales* die Ausstoßung aller Fremdkörper aus dem Plasmodium und die Enzystierung voraus. Bei den eigentlichen *M.* begleitet die Reinigung der Plasmodien zunächst eine physiologische Umstimmung. Das Verhalten gegen Licht und Feuchtigkeit wird ein anderes, die Plasmodien kommen aus ihrem Substrat heraus und bauen die Fruchtkörper — Äthalien oder Sporangien — auf. Erst nach Vollendung dieses Aufbaus erfolgt der Zerfall in Ballen, die den Zysten homolog sind, und in diesen die Reduktionsteilung. Aus den Zysten der *Hydromyzales* kommt eine Anzahl Amöben heraus, bei den höheren *M.* zerfällt der Inhalt der Ballen in einkernige Sporen. Da nach der Reduktionsteilung die Zahl der Kerne im Verhältnis zum Plasma zu groß ist, so verfällt vorher ein Teil der Kerne der Degeneration.

Über die Kopulation der Amöben ist bei den *Hydromyzales* nichts Sicheres bekannt. Bei der Gattung *Ceratiomyxa* teilt sich der Kern innerhalb der Spore noch zweimal, so daß aus der Spore eine vierkernige Amöbe herauskommt. Sie zerfällt aber sogleich in 4 Teile, deren Kerne gleichzeitig eine Karyokinese beginnen. Jede der so entstandenen kleinen Amöben bildet sofort eine Geißel und wird zum Schwärmer, so daß also jede Spore 8 Schwärmer liefert. Bei den übrigen Reihen ist nach neuen Beobachtungen von Droegge die Sporenanlage auch 4kernig, von den 4 Kernen gehen aber 3 zugrunde. Bei den *Enteridiales* und manchen *Stemonitales* beobachtet man, daß zunächst eine Amöbe herauskommt, eine kurze Zeit ruhig liegt und dann die Geißel hervortreibt. Die Schwärmer teilen sich dann nach kurzer Zeit sämtlich. Bei den höheren Reihen dauert die Keimung länger, und es kommt entweder ein Schwärmer mit Geißel (Fig. 425 A) aus der Sporenhaut, der sich bald in 2 Schwärmer teilt, oder man beobachtet, daß schon der Sporen-

inhalt in Teile zerfällt, die als Schwärmer ausschlüpfen. Bei der Karyokinese des Schwärmerkerns sieht man, daß die Geißel (Fig. 425 C, D) aus dem Zentrosom der Kernspindel herauswächst. Die dadurch entstandene glockenartige Verbindung zwischen Kern und Geißel bleibt am fertigen Kern erhalten (Fig. 425 B).

Die Schwärmer können Nahrung aufnehmen und sich noch mehrfach teilen. Schließlich kopulieren sie wohl bei den meisten Arten. Die auf diese Weise entstandene Amöbe ist der einkernige Zustand des Plasmodiums. Dieses wächst unter fortgesetzten Karyokinesen der Kerne heran (Fig. 425 E) und verschmilzt mit größeren und kleineren Plasmodien derselben Art. Über all diese Vorgänge liegen nur wenige zuverlässige Beobachtungen vor. Bei manchen Reihen, wie bei den *Cribrariales*, ist nicht einmal die Keimung sicher beobachtet.

Die für die Luftverbreitung der Sporen bestimmten Vorrichtungen erscheinen nur bei *Ceratomyxa* als einfache Schleimmassen, die sich entweder als ein Netz von Wülsten oder als Gruppen von Hörnchen über das faule Holz erheben und auf der Oberfläche gestielte Sporen tragen. Bei den anderen Reihen werden die Sporen stets im Innern der Fruchtkörper gebildet. Man unterscheidet Sammelfrüchte (Äthalien) und Sporangien. Die Äthalien haben oft (*Reticularia*, *Lycogala*, *Amaurochaete*) eine gemeinschaftliche Hülle und das Aussehen riesiger Sporangien. Man kann aber bei allen den Nach-

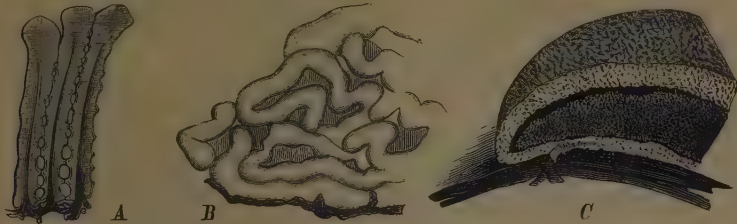


Fig. 426. A Unreife Fruchtkörper von *Stemonitis fusca*, etwa 5/1. — B von *Fuligo septica*. B junger Fruchtkörper in Alkohol erhärtet, schwach vergr. C reifes Aethalium. nat. Gr. (Sämtlich nach De Bary.)

weis führen, daß sie im Jugendzustand aus zahlreichen durcheinander geschlungenen Schläuchen bestehen (Fig. 426 B, C). Meist sind sie wohl die primitivere Form der Fruktifikation, in einzelnen Fällen sind sie aber auch dadurch entstanden, daß die Sporangien sekundär wieder zu Sammelfrüchten vereinigt und rückgebildet sind (*Fuligo*).

Die Sporangien enthalten in einigen Fällen keine Spur eines Capillitiums (*Cribrariales*, *Licea flexuosa*). Im Innern der Äthalien entsprechen den Sporangien die Plasmanschläuche. Auch diese haben meist kein Capillitium. Dann sind aber ihre Wandungen verstärkt und bleiben nach der Sporenbildung erhalten. Dieses Pseudocapillitium zeigt oft noch durch seine Form (Röhren, Maschen) (Fig. 426 B) seinen Ursprung, wie bei den Gattungen *Enteridium* und *Dictydiaethalium*; bei *Reticularia* ist es sehr ungleich entwickelt und in Fasern aufgelöst.

Wenn innerhalb der Sporangien Capillitium vorkommt, so kann das am einfachsten dadurch erklärt werden, daß die Wandfasern gleichsam in das Innere des Sporangiums hineingezogen sind. In der Tat spricht die Entwicklungsgeschichte des Faserwerks der *Stemonitales* durchaus für diese Erklärung. Wenn der Stiel angelegt wird, strahlen vom Hypothallus aus Falten und Fasern in das Plasma. Auch bei den *Margaritales* würde diese Annahme auf keine Schwierigkeiten stoßen. Als Ausgang der Reihe könnte man eine Form aus der Verwandtschaft von *Dictydiaethalium* annehmen, bei der die zarten Fasern noch ganz der Wandsubstanz angehören. Leider ist noch von keiner Form aus dieser Reihe die Entwicklungsgeschichte bekannt.

Die Fasern der *Physarales* sind wohl derselben Herkunft wie die der *Stemonitales*. Sie entstehen aber mehr simultan und werden dann, wie Harper gezeigt hat, in Vakuolen angelegt, eine Art der Entwicklung, die schon bei den *Stemonitales* angedeutet ist. In diesen Vakuolen werden dann hier und da die Körnchen von Kalziumkarbonat abgelagert, die das Plasmodium in dieser Reihe gewöhnlich mit sich führt. Bei der Gattung

*Badhamia* verdrängen diese kalkgefüllten Blasen das echte Capillitium schließlich bis auf geringe Reste oder völlig.

Auch die hohlen Röhren der *Trichiales* werden in Vakuolen angelegt. Wir müssen wohl annehmen, daß sie ihren Ausgang von den Auskleidungen der Hohlräume genommen haben, die sich zwischen den Einzelsporangien der Äthalien finden. Die Gattung *Lycogala* würde diesen ursprünglichen Zustand der *Trichiales* noch andeuten. Sehr merkwürdig ist die Beteiligung der Kerne an der Anlage dieser Röhren, die dem Anschein nach mit der Entwicklung spiraliger Verdickungen auf ihrer Oberfläche in Zusammenhang steht. Sobald die Sporangien ihre endgültige Form erlangt haben, beginnt eine kleine Zahl der Kerne vorzeitig die Reduktionsteilung. Nach vollendeter Teilung geht aber nicht die Spindel zugrunde, sondern die Chromosomen werden ausgestoßen und verquellen im Plasma. Während die Strahlung um die beiden Zentrosomen sich ringsum weiter ausbreitet, blähen sich diese allmählich auf und verwandeln sich in Vakuolen. Jedes Bläschen streckt sich nun, indem die Strahlung noch weiter vermehrt wird, und liefert eine langgestreckte Vakuole, die ebenso wie bei den *Physarales* zur Grundlage der Elatere wird. Wie dieser merkwürdige Vorgang abzuleiten ist, bleibt zunächst unklar, da auch hier die Entwicklung nur bei wenigen Formen untersucht ist.

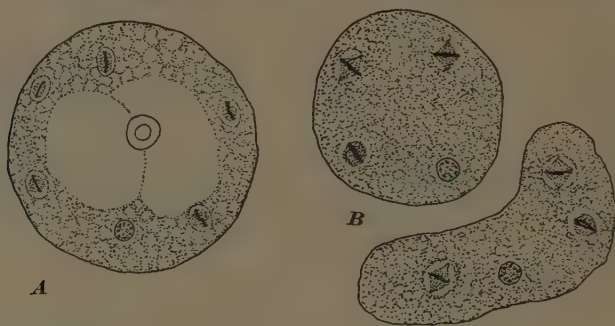


Fig. 427. A Karyokinese in den Verdauungscysten von *Vampyrella vorax*. In der Mitte eine Verdauungsvakuole (800/1). (Nach Dangeard.) B Reduktionsteilung im reifen Sporangium von *Badhamia utricularis* (800/1). (Nach der Natur.)

Unmittelbar nach Vollendung des Capillitiums zerfällt das Plasma in runde Ballen von etwa 40 bis 50  $\mu$  Breite; in ihnen beginnt (Fig. 427 B) die Reduktionsteilung. Schon vorher haben die Kerne ein verändertes Aussehen angenommen. Die Stadien der Synapsis und Diakinese erscheinen in deutlich erkennbarer Form, und in der Spindel beobachtet man Vierergruppen. Ein großer Teil der Tochterkerne degeneriert; zu Beginn der Degeneration legen sie sich oft aneinander und verschmelzen. Um die übrigbleibenden Kerne sammelt sich das Plasma, zerfällt in einkernige Ballen und beginnt die Sporenbildung.

Die zweite Kernteilung, die sich an die Reduktionsteilung normalerweise anschließen müßte, findet erst nach einiger Zeit in den Sporenanlagen statt und wird sofort von einer dritten Teilung gefolgt. Während oder nach der Keimung vollziehen sich eine oder mehrere weitere Teilungen. Die haploide Phase kann also eine größere Zahl an Kernteilungen umfassen.

Gestielte Sporangien sind sehr häufig. In den meisten Fällen wird der Stiel so angelegt, daß der Plasmatrophen sich unten mit einer Haut umgibt und diese unten zusammenfaltet, so etwa wie der Stoff eines Regenschirms zusammengelegt wird. Oben verlängert das emporsteigende Plasma die Haut beständig. Abweichend verhalten sich die *Stemonitales*. Hier wird der Stiel vom Hypothallus aus im Innern des Plasmatrofens angelegt; das Plasma baut ihn an der Spitze weiter und klettert an ihm empor (Fig. 426 A).

Die Peridie des Sporangiums oder Äthaliums ist oft mehrschichtig. Ein sternartiges Aufspringen findet sich bei *Listerella* und innerhalb der Gattungen *Licea* und *Diderma*. Bei manchen *Diderma*-Arten öffnet sich wie bei einem *Geaster* nur die äußere Peridie zu einem Stern, während die innere geschlossen bleibt. Auch die Abtrennung eines Deckels

kommt in verschiedenen Reihen (*Orcadella*, *Craterium*, *Perichaena*) vor. Eine seltsame Kombination von Deckelbildung und sternartigem Aufspringen zeigt die Gattung *Physarella* (Fig. 441 A, B).

Plasmodiokarprien nennt man ungestielte krustenartige oder geschlängelte Fruchtkörper (Fig. 431 A), die meist normale Sporen und Capillitiumfasern enthalten. Für einzelne Arten (*Licea flexuosa*) sind sie die normale Form und stehen in der Mitte zwischen Äthalien und Sporangien, in andern Fällen bilden sie sich (*Physarum*, *Didymium*) abnorm durch Störung und Vereinigung der Sporangienanlagen.

**Ruhezustände.** Sehr verbreitet ist Sklerotienbildung. In faulem Holze, unter alten Blättern findet man die eingetrockneten Plasmodien als korallenartige (*Fuligo*) oder aderförmig verzweigte Gebilde. Sie finden sich schon bei den älteren Autoren als *Phlebotomorphia* beschrieben (Fig. 428). Meist haben sie noch die Farbe der Plasmodien, gelb bei *Fuligo*, rot bei *Hemitrichia vesparium*. Ihre Entstehung scheint überall gleich zu verlaufen. Das Plasmodium zerfällt genau so wie vor der Sporenbildung in Ballen von etwa 40–50  $\mu$  Größe, die sich einzeln mit einer Haut umgeben und eintrocknen. Bei der Erweckung kriechen sie aus den Hüllen und vereinigen sich. die nicht belebbaren werden

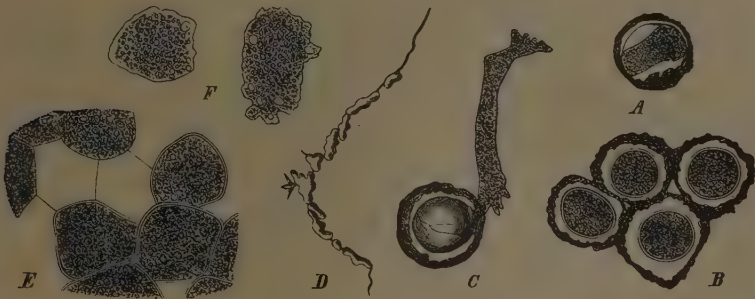


Fig. 428. A–C *Perichaena liceoides*. A Macrocyten. B Dieselben aufgequollen, vor der Keimung. C Plasmodium ausschüpfend. Vergr. 320/1. — D–F *Didymium complanatum*. D Sclerotium, nat. Gr. E Durchschnitten durch dasselbe. F Übergang der Sclerotiumzellen in den Amöbenzustand. Vergr. 390/1. (A–C nach Olenkowsky; D–F nach De Bary.)

von dem entstandenen Plasmodium verdaut. Ein Sklerotium behält bei trockener Aufbewahrung seine Lebensfähigkeit über 3 Jahre. Auch die Schwärmer können sich einzystieren und wieder ausschlüpfen. Man nennt ihre Dauerzustände Mikrozysten. Die Sklerotien junger Plasmodien werden auch als Makrozysten bezeichnet.

**Geographische Verbreitung.** Es sind etwa 300 Arten gut bekannt, wenn man die *Hydromyzales* nicht berücksichtigt. Sie werden in 55 Gattungen eingeteilt, von denen 23 monotypisch sind. Manche Arten (*Hemitrichia clavata*, *Diachea leucopoda* u. a.) kommen ähnlich wie manche Schimmelpilze im tropischen und gemäßigten Klima gleich häufig vor. Das gilt aber keineswegs für alle. Die Anpassung an bestimmte ökologische Bedingungen (wie z. B. bei den oben erwähnten nivalen Arten) oder an besondere Substrate (*Amaurochaete fuliginosa* kommt z. B. nur auf Pinusholz vor) beschränkt eine größere Zahl auf die gemäßigten Zonen. Auch rein oder vorwiegend tropische Formen (*Alwisia*, *Physarella*, *Physarina*) scheinen vorhanden zu sein. Es ist bemerkenswert, daß in Nordamerika viele dieser Arten noch bis in die Breite von New York gehen.

**Geschichte.** In Linnés Species plantarum finden sich unter den Gattungsnamen *Lycoperdon*, *Clathrus* und *Mucor* 7 Arten von *M.* beschrieben. Auch in Persoons Synopsis 1801 werden die Arten nur als Boviste und Schimmelpilze behandelt, obwohl Persoons Schüler Schrader schon 1797 auf die eigentümliche Entwicklung aus einer »pulpula seu substantia mucilaginosa« hingewiesen hatte. Erst Elias Magnus Fries faßte 1829 alle *M.* zusammen; er betrachtete sie zwar als Gasteromyzeten, stellte sie aber als *Myrogasteres* den andern »*Trichogasteres*« gegenüber. Im Jahre 1854 machte

De Bary die Mitteilung, daß die Sporen einer *Trichia* nicht wie Pilze mit einer Hyphe keimten, sondern einem »euglenenartigen Wesen« den Ursprung gäben. Diese Tatsache und der vollständige Mangel aller Hyphen waren für ihn entscheidend, jede Verwandtschaft der *M.* mit den Pilzen und den Pflanzen überhaupt zu leugnen und sie als Mycetozoen dem Tierreich zuzurechnen (1858).

**Verwandtschaft.** Die Frage der systematischen Zugehörigkeit der *M.* ist dadurch so verwirrt worden, daß man Organismen der verschiedensten Herkunft als nahe Verwandte hingestellt hat. De Bary hatte als solche zunächst die Amöben bezeichnet und vermutet, daß manche der beschriebenen Arten wohl Jugendzustände der *M.* seien. Als aber später verschiedene Autoren bald die Chytridien, bald die Rhizopoden, bald alle Organismen mit irgendwie amöboiden Entwicklungsphasen als Verwandte der *M.* betrachteten wollten, sah er ein, daß er sich vorsichtiger ausdrücken müsse. »Mit den Chytridiaceen und den Rhizopoden gemeinsam sind sie wohl«, wie er 1884 sagt, »von den Flagellaten abzuleiten, nach denen beide Reiche allen Indicien nach konvergieren«. Er bezieht sich hierbei auf einen Satz Bütschli in dessen damals erscheinender grundlegender Bearbeitung der Protozoen, demzufolge auch die nackten Amöben auf Flagellaten zurückgeführt werden müssen.

Dieser Gedanke ist seitdem oft wiederholt und das Vorkommen der begeißelten Schwärmer als ein Beweis für diese Abkunft angeführt worden, so wie auch das Auftreten amöboider Zustände bei echten Flagellaten als ein Zeichen einer Entwicklungstendenz zu einem Plasmodium gedeutet worden ist. Gleichwohl sagt er, von unserer heutigen Kenntnis der Flagellaten aus beurteilt, über die Herkunft der *M.* eigentlich gar nichts aus. Die Flagellaten haben sich untereinander als so außerordentlich verschieden herausgestellt, daß nur der Hinweis auf eine bestimmte Reihe einen Wert hätte. Sucht man ihn, so wäre vielleicht die Geißelglocke der Schwärmer ein Merkmal, das bei manchen Flagellaten wiederkehrt. Aber die betreffenden Formen (*Mastigamoeba*, *Spongomonas*) sind abgeleitete Typen unsicherer Stellung, und das Merkmal selbst zeigt durch sein Vorkommen in den Geißelzellen der Spongien, daß es unabhängig in sehr verschiedenen Stämmen erscheinen kann. Auf der andern Seite ist es durchaus nicht sicher, daß die Geißelzellen der *M.* einen ursprünglichen und nicht vielmehr einen später erworbenen Zustand darstellen.

Die Auffassung der Plasmodiophoreen als parasitische *M.* hat schon De Bary als zweifelhaft bezeichnet. Die erweiterte systematische Kenntnis der ganzen Gruppe und die Untersuchung der Kerne hat gezeigt, wie berechtigt dieser Zweifel war. Es handelt sich hier wohl um sehr reduzierte Chytridien. Dagegen hat er damals die Acrasieen ohne Bedenken als *M.* angesehen. Die Verschmelzung der Amöben einer Aggregation zu einem Plasmodium betrachtete er nur als einen kurzen Schritt. Zu dieser Ansicht bestimmte ihn der verhängnisvolle Irrtum, daß ein Plasmodium durch Verschmelzung vieler Amöben entstehen müsse. Sie ist aber auch falsch, wenn man die physiologische Bedeutung der Aggregation der Acrasieen betrachtet, die gar keinen vegetativen Charakter hat, sondern der Fortpflanzung dient. Die wenigen zytologischen Einzelheiten, die bisher bekannt geworden sind, beweisen ebenfalls, daß die Acrasieen nicht in die Verwandtschaft der *M.* gehören.

Bei der Ermittlung der wahren Verwandtschaft ist früher der amöboide Zustand als Merkmal überschätzt, das Plasmodium aber unterschätzt worden. Man glaubte, es könne leicht durch Zusammentritt von Amöben entstehen, und schrieb ihm eine sehr einfache Organisation zu. Morphologisch und physiologisch hat sich das Plasmodium aber keineswegs als primitiv erwiesen, und als Zeichen der Verwandtschaft dürfen wir nicht den Besitz von Amöben, sondern den eines Plasmodiums ansehen. Bei den Verwandten der *M.* müssen ferner dieselben Kernphasen irgendwie angedeutet sein, die ihnen eigentümlich sind: die gleichzeitige Karyokinese aller Kerne in der vegetativen Zeit, der Eintritt einer Reduktionsteilung während der Encystierung, die Trennung der Reduktionsteilung von der folgenden Teilung durch eine Ruheperiode. Andeutungen all dieser Erscheinungen finden wir nur bei einer Gruppe, die auch schon ältere Autoren als nahe Verwandte der *M.* genannt haben und die J. Klein 1882 als Hydromyxaceen bezeichnet hat, bei der Gattung *Vampyrella* und ihren Verwandten. Leider sind alle dahingehörigen Formen auch heute noch sehr mangelhaft bekannt.

**Nutzen und Schaden.** Über einen Nutzen ist nichts bekannt. Die großen Plasmodien von *Fuligo septica* und *Physarum gyrosum* entwickeln sich bisweilen in Gärtnereien auf der Lohe oder dem Sägemehl der Warmbeete und überkriechen und ersticken die Keimpflanzen. Über *Physarum cinereum* berichten Harshberger aus Pennsylvania und Th. Wulff aus Schweden übereinstimmend, daß nach feuchtem Wetter die Plasmodien das Gras auf den Wiesen erstickt und durch die Sporen verschmiert hätten. Ein ganz ähnliches Auftreten von *Spumaria* geben P. Magnus und Th. Wulff aus Deutschland und Schweden an. Während der Heuernte entwickeln sich unter günstigen Bedingungen die Fruchtkörper in solchen Massen, daß das Heu unbrauchbar wird.

### Einteilung der Abteilung in Reihen.

- A. Das Plasmodium lebt und encystiert sich im Wasser. Es werden keine Sporen für die Luftverbreitung gebildet . . . . . 1. **Hydromyxaes.**
- B. Das Plasmodium lebt in faulem Holz oder im Boden. Nach der Zystenbildung entstehen für die Luftverbreitung bestimmte Sporen: (*Eumyromycetes.*)
  - a. Die Sporen sitzen dem einfachen Fruchtkörper außen auf. Jede Spore ist gestielt . . . . . 2. **Exosporales.**
  - b. Die Sporen entstehen stets im Innern der Fruchtkörper: (*Endosporales.*)
    - a. In den Plasmodien, die oft abweichend gefärbt (schwarz, grün, blau) sind, finden sich gefärbte Körnchen; sie sind auch den verdickten Teilen der Sporangienhaut aufgelagert. Das Capillitium fehlt stets. Die Peridie der reifen Sporangien meist zierlich durchlöchert . . . . . 5. **Cribrariales.**
    - β. Keine Körnchen im Plasmodium und an der Sporangienwand.
      - I. Die Fruchtkörper sind Äthalien, d. h. sie bestehen aus verwachsenen Sporangien, deren Einzelbildung ± erkennbar ist. Reste ihrer Membranen sind auch bei völliger Verwachsung deutlich und bilden dann ein Pseudocapillitium. Farbe der Plasmodien oder der jungen Äthalien oft rosenrot. . . . . 3. **Enteridiales.**
      - II. Die Fruchtkörper sind meist Einzelsporangien. Wenn Äthalien vorkommen, so führen sie echtes Capillitium und sind wohl z. T. durch Verwachsung und Reduktion von Sporangien entstanden.
        1. Ohne Capillitium. Sporangien oft mit Klappen aufspringend. Nur bei *Listerella* ein seltsames an den Klappen sitzendes perlschnurartiges Capillitium . . . . . 4. **Liceales.**
        2. Die Sporangien haben immer ein echtes Capillitium.
          - \* Die Sporen sind dunkel (rostfarben, violettbraun, schwarz).
            - † Keine Kalkkörnchen in den Fruchtkörpern. Fasern des Capillitiums meist dunkel, oft von einem zentralen Strange ausgehend . . . . . 6. **Stemonitales.**
            - †† Kalkkörnchen in der Peridie oder in den Capillitiumfasern . . . . . 7. **Physarales.**
          - \*\* Die Sporen sind hell, farblos oder gelb, seltener bräunlich.
            - † Capillitiumfasern borstenartig, nicht hohl, oft gegabelt. Sporen mehr rötlich . . . . . 8. **Margaritales.**
            - †† Capillitiumfasern hohl, oft mit ringförmigen oder spiralförmigen Verdickungen versehen. Sporen meist gelb . . . . . 9. **Trichiales.**

## 1. Reihe. Hydromyxaes.

J. Klein 1882 emend.

**Wichtigste Literatur:** P. A. Dangeard, Étude de la Karyokinèse chez la *Vampyrella vorax* Cienkowski. Le Botaniste 7. Série 1900. — Cl. Dobell, Observations on the life-history of Cienkowski's „Arachnula“. Arch. f. Protistenk. 31. 1913. — H. R. Hoogenraad, Einige Beobachtungen an *Vampyrella lateritia* Leidy. Ebenda. 8. 1907. — Bemerkungen über das Genus *Leptophrys* Hertw. und Less. Biol. Centralbl. 47. 1927. — J. Klein, *Vampyrella*, ihre Entwicklung und systematische Stellung. Botan. Centralblatt XI. 1882. — G. Nadson und A. Raitschenko, Zur Morphologie von *Enteromyxa paludosa* Cienk. Scr. bot. Hort. Univ.

Petrop. XXIII. 1905. — A. Schepotieff, Monerenstudien. Zool. Jahrb. Anat. Abt. 32, 1911. — W. Zopf, Zur Morphologie und Biologie der niedern Pilztiere (Monadinen). Leipzig 1885.

**Merkmale.** Vegetationskörper ein Plasmodium, bei den niederen Formen amöbenartig, bei den höheren von typischer Form. Die Nahrung besteht aus Algen, die umflossen und während der Encystierung verdaut werden. Ein karotinartiger Farbstoff, der wohl dem Chlorophyll der verdauten Algen entstammt, färbt die Plasmodien meist rötlich. Außer den Verdauungszysten sind Vermehrungszysten bekannt, aus denen bei der Keimung Amöben herauskommen. Anpassungen für die Verbreitung von Sporen an der Luft fehlen.

**Entwicklung.** Die bei fast allen Formen beobachtete Encystierung während der Verdauung hängt vielleicht mit der submersen Lebensweise zusammen. So wird eine Diffusion der Verdauungsenzyme nach außen vermieden. Nach den Beobachtungen Dangeards erfolgt nach der Resorption der Nahrung in den Zysten eine gleichzeitige Karyokinese aller Kerne. Sie gleicht in allen Phasen der Kernteilung der eigentlichen *M.* (Fig. 427 A). Das ausschüpfende Plasmodium läßt die unverdauten Nahrungsreste in Form eines dunklen Ballens in der leeren Zyste zurück. Nach Hoogenraad vermehrt es sich bald darauf durch Zweiteilung, bei den Vampyrellen kommt es nach Klein in 2 bis 6 Teilen aus der Zyste heraus.

Über die Vorgänge in den Vermehrungszysten liegen nur Angaben von Dobell bei der Gattung *Biomyxa* (*Arachnula*) vor. Von den Verdauungszysten unterscheiden sie sich dadurch, daß sie keinerlei Fremdkörper enthalten. Die Kerne sind im klaren Plasma zuerst sehr deutlich sichtbar. Allmählich aber, während sich im Innern eine große Vakuole bildet, werden sie undeutlich. Zu gleicher Zeit erscheinen neben den Kernen stark färbare Körnchen — Chromidien —, um die sich nun das Plasma in kleinen Gruppen anhäuft. Die Kerne verschwinden. Nach einiger Zeit kriecht aus den Zysten eine Anzahl kleiner Amöben heraus. Sie besitzen zunächst nur Chromidien, keine Kerne, bald aber lassen sich in ihnen kleine bläschenförmige Kerne nachweisen. Eine Kopulation dieser Amöben konnte nicht beobachtet werden. Dobell erklärte deshalb den ganzen Vorgang für den der vegetativen Kernteilung. Da er aber die Dangeardsche Mitteilungsart in den Verdauungszysten übersehen hat. Ist der Vorgang aber generativer Art, dann würde die Chromidienbildung der Reduktionsteilung homolog sein, die der Sporenbildung der höheren *M.* vorausgeht. An der Richtigkeit der Dobellschen Darstellung sind neuerdings Zweifel geäußert worden, weil ähnliche Angaben über die völlige Auflösung der Kerne sich als falsch herausgestellt haben. Vielleicht sind die Chromidien nur Reservestoffe, die durch ihre Anhäufung die Kerne und ihre Teilungen verdecken. Dann ist aber die Übereinstimmung mit den höheren Reihen noch auffallender. Denn auch hier findet nur eine Teilung statt, die Kernmembran wird vor der Karyokinese aufgebläht und sehr zart, und die lang ausgezogene Spindel kann bei der Mitfärbung des Plasmas leicht undeutlich werden.

**Verwandtschaft.** Der hier beschriebene Entwicklungsgang erinnert an den mancher Thecamöben (*Arcella*), auf der andern Seite deuten Stadien mit radiär strahlenden Pseudopodien, die besonders bei den primitiveren Plakopodaceen vorkommen, Beziehungen zu den Heliozoen an. Bei dem Mangel zuverlässiger zytologischer und entwicklungsgeschichtlicher Angaben läßt sich aber zur Zeit über eine nähere Verwandtschaft nichts sagen.

Die Gattung *Enteromyxa* Cienkowski scheint nach dem Aussehen ihrer großen (bis 1 mm) wurmförmigen Plasmodien einer nahestehenden Familie anzugehören. Sie ist später von Nason wieder beobachtet worden. Abweichend von den übrigen Formen bildet sie im Wasser Sporozysten mit eiförmigen einkernigen Sporen.

#### Übersicht über die Familien.

- A. Vegetativer Zustand einkernige Amöben, die ausgebreitet radiäre fadenförmige Pseudopodien entwickeln können . . . . . Plakopodaceae.
- B. Vegetativer Zustand ein vielkerniges Plasmodium . . . . . Vampyrellaceae.

## Plakopodaceae.

Parasitisch von Algen lebende, im vegetativen Zustand einkernige amöbenartige Organismen. Sie bohren Algenzellen an und nehmen den Inhalt in sich auf. Nach genügender Nahrungsaufnahme werden Verdauungszysten gebildet. Freiliegend entfalten sie radiäre fadenförmige Pseudopodien, die ihnen das Aussehen einfacher Heliozoen geben.

Da Plasmodien hier noch fehlen, gehört die Familie eigentlich nicht zu den *M.* Ich führe sie an, weil sie zu der folgenden Familie zweifellos in nahen Beziehungen steht und weil sie sich für die Beurteilung der Verwandtschaftsbeziehungen aller *M.* als wichtig erweisen wird.

### Einteilung der Familie.

- A. Amöben ziegelrot, auf den Fäden von *Oedogonium* schmarotzend . . . . . **Plakopus.**  
 B. Amöben farblos, meist auf Oscillarien lebend . . . . . **Vampyrellidium**

1. **Plakopus** F. E. Schulze. Arch. mikr. Anat. XI. 1875. 348. (*Hyalodiscus* Hertwig et Lesser. Ebenda X. Suppl. 1874, 49, non Ehrenb. 1845, vgl. diesen Bd. S. 206).

Lit.: Hoogenraad, Arch. f. Protistenk. 9. 1907. 84.

Amöben etwa 50  $\mu$  groß, ziegelrot gefärbt, frei mit breitem Ektoplasmasaum kriechend. Die einzige Art, *P. rubicundus* (H. et L.) F. E. Sch. (*Vampyrella pedata* Klein), lebt auf den Fäden von *Oedogonium*, deren Plasma sie in sich aufnimmt. Nach genügender Nahrungsaufnahme bildet sie eine Verdauungszyste. Frei im Wasser treibend streckt sie radiäre fadenförmige Pseudopodien aus. Über Vermehrungszysten liegen keine sicheren Beobachtungen vor.

2. **Vampyrellidium** Zopf. Die Pilztiere 1885. 99.

Lit.: Géza Entz, Arch. f. Protistenk. 29. 1913. 387.

Amöben von wechselnder Größe (20–120  $\mu$ ), Plasma hyalin, meist farblos. Frei entfaltet streckt sie ebenfalls zahlreiche (bis 20) fadenförmige Pseudopodien aus. Im Plasma ist der Kern (4,5–6  $\mu$ ) sichtbar. Die einzige Art, *V. vagans* Zopf, lebt an Oscillarien, nimmt nach Entz aber gelegentlich auch andere Nahrung auf. Außer den Verdauungszysten hat derselbe Autor auch Abwehrzysten mit gallertiger Hülle in bakterienreichem Wasser beobachtet.

## Vampyrellaceae.

Zopf. Pilztiere. 1885. 99.

Mit 1 Figur.

Vegetationskörper ein Plasmodium, bei den niederen Formen mit strahlenden, wenig verzweigten Pseudopodien, bei den höheren mit reich verzweigtem Aderwerk, stets im Wasser lebend. Kerne bei den niederen Formen in geringer Zahl, bei den höheren sehr zahlreich. Die Nahrung besteht aus Algen, die entweder angebohrt oder umflossen werden. Nahrungsvakuolen scheinen zu fehlen; statt dessen erfolgt nach genügender Aufnahme die Verdauung in einer Cyste, deren Wand aus Zellulose besteht. Außerdem werden Dauer- oder Vermehrungszysten gebildet; aus ihnen schlüpfen bei der Keimung wahrscheinlich einkernige Amöben.

Da nur die vegetativen Merkmale einigermaßen zuverlässig bekannt sind, läßt sich eine scharfe Grenze zwischen dieser und der vorigen Familie nicht angeben. Von den zahlreichen, auf Grund unsicherer Kennzeichen beschriebenen Gattungen behalte ich nur 2 bei. Auch hier ist es, wie D o b e l l richtig bemerkt, zweifelhaft, ob die generische Trennung berechtigt ist.

### Einteilung der Familie.

- A. Plasmodien klein, abgerundet oder dreieckig, rosenrot oder ziegelrot, Pseudopodien strahlend . . . . . 1. **Vampyrella.**  
 B. Plasmodien bandförmig verlängert oder verzweigt, farblos oder rötlich. Pseudopodien ebenfalls verlängert, oft gegabelt und verbunden . . . . . 2. **Biomyxa.**

1. **Vampyrella** Cienkowski im Arch. mikr. Anat. I. 1865. 203 (inkl. *Leptophrys* Hertwig et Lesser im Arch. f. mikr. Anat. X. Suppl. 1874. 35).

Von den etwa 10 unterschiedenen Arten ist *V. lateritia* (Fresen.) Leidy (*V. Spirogyrae* Cienk.) am längsten bekannt und am häufigsten beobachtet (Fig. 429 B, C, D). Die ziegelroten Amöben bohren *Spirogyra*-Zellen an und bilden Zysten von gleicher Farbe. Freiliegend runden sie sich ab und lassen zahlreiche strahlenförmige kurze Scheinfüße mit deutlicher Körnchenströmung hervortreten, sodaß sie ganz einer *Actinophrys* gleichen. Über die Zahl der Kerne in diesen kleinen Plasmodien liegen sichere Angaben nicht vor. Da aber aus den Verdauungszysten 4 Amöben schlüpfen können, muß eine Mehrkernigkeit angenommen werden. Immerhin bildete diese und andere kleine Arten der Gattung einen Übergang zur Gattung *Plakopus* der vorigen Familie. Große Arten, bei denen der Plasmodiencharakter deutlicher hervortritt, sind *V. cinerea* (*Leptophrys cinerea* Hertw. et Less.) und *V. vorax* Cienk. Namentlich die zweite ist öfters beobachtet worden, da ihre großen Verdauungszysten (bis 100  $\mu$ ) sehr auffällig sind. Sie enthalten regelmäßig Diatomeen. Bei der Keimung tritt der Inhalt aus ihnen in 2 bis 6 kleinen Amöben heraus. Wenn diese aufeinandertreffen, verschmelzen sie wieder, ein Vorgang, den Klein irrthümlich als Kopulation gedeutet hat. Die Plasmodien (Fig. 429 A) sind groß, dreieckig oder lang ausgezogen, ziegelrot bis bräunlichrot, mit spitzen fadenförmigen Pseudopodien versehen.

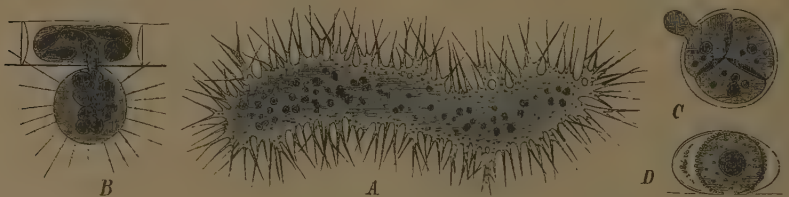


Fig. 429. A *Vampyrella vorax* Cienk. — B—D *V. lateritia* (Fres.) Leidy. A Kriechendes Plasmodium. Vergr. 900/1. B Erwachsenes Exemplar, einer *Spirogyra*-Zelle aufsitzend (180/1). C Verdauungscyste, eines der Teilplasmodien im Herausschlüpfen begriffen (270/1). D Ruhezustand (mehrbüllige Cyste) (250/1). (A nach Hertwig und Lesser B, C, D nach Cienkowski.)

2. **Biomyxa** Leidy in Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia. 124. 1875 (inkl. *Arachnula* Cienkowski, Arch. mikr. Anat. XII. 1876. 28; *Pontomyxa* Topsent, Arch. Zool. exp. 3. Sér. I. 1893. 385; *Penardia* Cash, Journ. Linn. Soc. Zool. XXIX. 1904. 218; *Vampyrelloides* Schepotieff, Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. 1911. 32).

Der Typus der Gattung, *Biomyxa vagans* Leidy (l. c.), ist in Torfsümpfen in Nordamerika und England beobachtet. Das Plasmodium ist farblos, zeigt keinen Gegensatz zwischen Ecto- und Endoplasma und besitzt lange, spitze, wenig verzweigte Pseudopodien. Über die Entwicklung ist nichts bekannt. Dagegen sind wir durch Dobell über *B. impatiens*, die von Cienkowski unter dem Gattungsnamen *Arachnula* beschrieben worden ist, ziemlich gut unterrichtet. Die lang ausgezogenen, in der Mitte oft nur durch schmale Brücken zusammenhängenden Plasmodien können eine Länge von 400  $\mu$  erreichen und sind nach Dobell oft rötlich oder gelblich gefärbt. Auch die Pseudopodien sind meist verlängert und verzweigt. Sie lebt in Flüssen und Teichen und führt in den Verdauungszysten meist Diatomeen. Aber schon Cienkowski hat berichtet, daß er sie auch im Brackwasser in Odessa gefunden habe, und eine ähnliche Beobachtung von Möbius in Kiel bezieht sich offenbar auf diese Art. Nahe verwandt damit ist wohl der *Protozenes roseus*, den Trinchese bei Neapel an der Meeresküste auf Florideen gefunden hat. Schepotieff, der ihn zum Vertreter einer Gattung *Vampyrelloides* erheben will, hat ihn längere Zeit beobachtet und gesehen, daß aus den Vermehrungszysten einkernige Amöben herauskamen.

## 2. Reihe. Exosporales.

Rostaf. 1873.

Das Plasmodium ist holzbewohnend. Nach dem Heraustreten aus dem Substrat bildet es gabelig verzweigte oder zu Waben verbundene Sporenträger. Unter Zurücklassung eines schleimigen Grundstoffes überzieht es die Oberfläche der Fruchträger und zerfällt dort in vieleckige Felder. Aus jedem von ihnen erhebt sich je eine gestielte weiße

Spore, die zunächst einen, bei völliger Reife 4 Kerne enthält. Bei der Keimung teilt sich jeder Kern noch einmal, und der Inhalt der Spore liefert 8 Schwärmer.

## Ceratiomyxaceae.

Mit 1 Figur.

**Ceratiomyxa** Schroeter in Engler-Prantl. 1. Aufl. I. 1. (1889); *Ceratium* (Albertini et Schweinitz, Consp. fung. 1805). Mit den Merkmalen der Reihe (Fig. 430).

Die 4 beschriebenen Arten stehen sich so nahe, daß sie auch als Varietäten einer Art aufgefaßt werden. Sporen elliptisch,  $6-7 \times 10-13 \mu$ . Am häufigsten ist auf faulem Holz in allen



Fig. 430. *A, B, C Ceratiomyxa fruticulosa*. *A, B* Unreife Fruchtkörper in verschiedenen Entwicklungsstadien. *C* Reife Fruchtkörper, etwa  $3/1$  vergr. *D* Bildung des jungen Fruchtkörpers. — *E C. porioides*, Stück vom Rande eines Sporenträgers im Beginn der Sporenbildung. Vergr.  $120/1$ . (Nach Famintzin und Woronin.)

Zonen *C. fruticulosa* Macbr. (*C. mucida* Schroeter). *C. porioides* mit polyporusartigem Fruchtkörper ist in Mitteleuropa und Nordamerika häufig, *C. flexuosa* scheint vorwiegend tropisch zu sein.

### 3. Reihe. Enteridiales.

Rostaf. 1873 emend.

Äthalien mit  $\pm$  verwachsenen Sporangien. Das Pseudocapillitium besteht aus den Resten der Wandungen der verbundenen Sporangien. Nur bei *Liceopsis* und *Alwisia* treten zugleich mit der Neigung zur Isolierung der Sporangien auch echte Capillitiumbildungen auf. So weit die Keimung bekannt ist, erfolgt sie durch das Herausschlüpfen einer Amöbe aus der oft einseitig verdickten Sporenhaut. Diese treibt dann nach kurzer Zeit im Wasser eine Geißel heraus. Das fruktifizierende Plasmodium zeigt bei vielen Arten eine rosenrote Färbung. Die Plasmodien leben in Holz.

#### Übersicht über die Familien.

- A. Das Pseudocapillitium bildet ein Faserwerk aus durchlöchernten oder zerfaserten Membranen oder regelmäßigen Fäden . . . . . **Reticulariaceae.**
- B. Es besteht aus den wohl erhaltenen Wandungen der verwachsenen Sporangien . . . . . **Tubiferaceae.**
- C. Es ist in ein System hohler Schläuche verwandelt, die den Eindruck des echten Capillitiums machen . . . . . **Lycogalaceae.**

## Reticulariaceae.

Mit 2 Figuren.

Sporangien meist zu einem polsterförmigen oder abgeflachten Äthaliu verbunden, an der Form und Verteilung des Pseudocapillitiums ist ihre Anordnung aber oft erkennbar. Sporen meist rostfarben, oft nur auf einem Teil der Oberfläche mit warzen- oder netzförmigen Verdickungen. Keimung nur bei *Enteridium* und *Reticularia* beobachtet.

### Einteilung der Familie.

- A. Pseudocapillitium aus durchbohrten Membranen bestehend . . . . . 1. *Enteridium*.  
 B. Das Pseudocapillitium löst sich in Fetzen und Stränge auf.  
   a. Große polsterförmige Äthalien . . . . . 2. *Reticularia*.  
   b. Einzelsporangien des flachen Äthaliu erkennbar, bisweilen sogar isoliert 3. *Liceopsis*.  
 C. Das Pseudocapillitium begrenzt die säulenförmigen Sporangien in Form regelmäßiger Fäden 4. *Dictydiaethalium*.

1. *Enteridium* Ehrenberg in Sprengels Jahrb. d. Gewächsk. I. 2. (1818); *Licaethalium* Rostaf., Vers. e. Syst. (1873). Die Äthalien bestehen aus eng verwobenen Sporangien, deren Wände unvollständig und durchlöchert sind.



Fig. 431. *Enteridium liceoides* Lister. A Sporangien (Plasmodiokarpien) (5/1). B Sporenballen (250/1). C–E *Reticularia lycoperdon* Bull. C Äthaliu (nat. Gr.). D Capillit. und Sporen (ca. 100/1). E Einzelne Spore (800/1). F *Brefeldia maxima* (Fr.) Rost. Capillitium mit Sporen (ca. 400/1). (A–C nach Schroeter; D–F nach Rostafinski.)

Es sind 2 Hauptarten bekannt. Die eine, *E. olivaceum* Ehrenb., mit flachen Äthalien und grünlich braunen, in Ballen liegenden Sporen ( $9-12\ \mu$ ) kommt in Deutschland häufig im Winter auf dem Kieferholz der Kiefer vor, findet sich aber auch auf Laubholz. Ihr steht *E. liceoides* G. Lister (Fig. 431 A, B) sehr nahe, die nur auf Koniferenholz vorzukommen scheint und dort kleine Plasmodiokarpien bildet. Sie gleichen äußerlich ganz denen von *Licea flexuosa*. Die 2. Hauptart, *E. Rozeanum* Wing., ist in Europa sehr selten, aber in Nordamerika weit verbreitet. Mit ihren großen, halbkugelförmigen Äthalien erinnert sie schon an die folgende Gattung. Sporen rostbraun  $7-9\ \mu$ , auf dem größeren Teil der Oberfläche mit feinem Netz.

2. *Reticularia* Bulliard, Hist. d. Champ. 1791. *Strongylium* Ditm. in Schrader N. Bot. Journal (1809).

Die einzige Art, *R. Lycoperdon* Bull. (Fig. 431 C, D, E), bildet ihre walnußgroßen, meist von einer zarten silberigen Haut überzogenen Äthalien an altem Holz, selbst an Zaunpfählen und Fensterbrettern und kommt in den gemäßigten Zonen überall vor. Sporen rostbraun,  $6-10\ \mu$ , auf der einen Hälfte der Oberfläche mit dichtem Netz, bisweilen in Ballen. Die inneren Membranen sind zu Lappen und Strängen aufgelöst. Da ihre letzten feinen Auszweigungen das Plasma dicht durchsetzen, kann man im Zweifel sein, ob man hier nicht besser von einem Übergang zu einem echten Capillitium sprechen sollte. Plasmodien weiß.

3. *Liceopsis* Torrend (Bull. Soc. Port. Sc. nat. II (1908).

Die einzige Art *L. lobata* (Lister) Torr. wurde zuerst in England beobachtet und ist seitdem auch in Portugal, in der Schweiz und in Deutschland gefunden. Die kleinen Äthalien bestehen aus eng aneinander gedrängten, eckig begrenzten Sporangien. Von den zerbrechlichen Wänden gehen Fäden in das Innere der Sporangien, wir haben also auch hier die Andeutung eines echten Capillitiums. Vereinzelt ist die Auflösung des Äthaliu in Sporangien beobachtet worden. Sporen wie bei *Reticularia*, aber mit deutlicherem Netz.

4. *Dictydiaethalium* Rost., Vers. (1873). *Clathroptychium* Rost. (Monogr. 1875). Das flache Äthaliun (Fig. 432) besteht aus eng aneinandergedrängten, vier- bis sechsseitigen Säulen. Dementsprechend wird jedes Sporangium oben von einem Vier- bis Sechseck begrenzt, an den Seiten finden sich aber nur Fäden, die an den Kanten der Säulen hinablaufen.

Die einzige Art, *D. plumbeum* Rost., ist in allen Waldgebieten der Erde gefunden worden. Sporen 9–12  $\mu$ , mit feinen Stacheln. Plasmodium rosa.

## Tubiferaceae.

Mit 1 Figur.

Äthalien aus dicht gedrängten, an der Spitze bisweilen freien, zylindrischen oder zugespitzten Sporangien bestehend. Stets sind die Wandungen der Sporangien und mehrfache Andeutungen echter hohler Capillitiumfasern vorhanden. Hypothallus meist gut entwickelt. Sporen klein, mit zarter Netzzeichnung. Keimung unbekannt.

### Einteilung der Familie.

- A. Sporangien zylindrisch, weit verwachsen, auf verbreitertem Hypothallus . . . 1. *Tubifera*.  
B. Sporangien zugespitzt, mehr büschelig auf einem Stiel . . . 2. *Alwisia*.

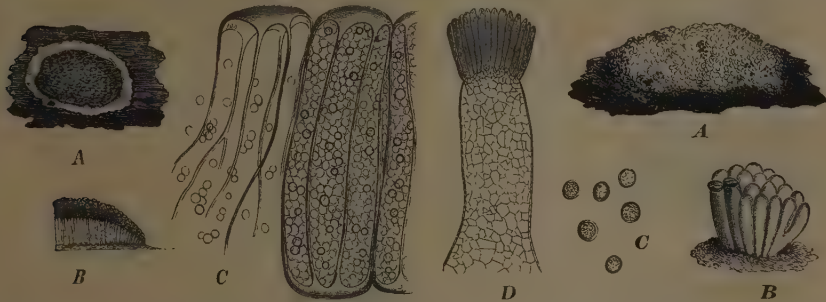


Fig. 432. *Dictydiaethalium plumbeum* Rost. A Äthaliun. Nat. Gr. B Durchschnitt (5/1). C Reife Sporangien (etwa 50/1). (Nach Schroeter.)

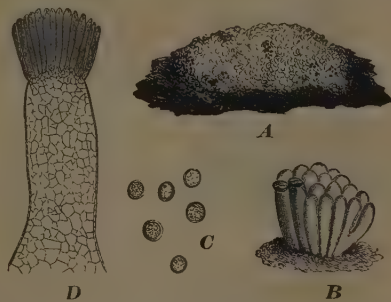


Fig. 433. A–C *Tubifera ferruginosa* Gm. A Äthaliun. Nat. Gr. B Gruppe von Sporangien daraus (5/1). C Sporen (250/1). D *T. stipitata* Macbr. (5/1). (A–C nach Schroeter; D nach Rostafinski.)

1. *Tubifera* Gmelin, Syst. Nat. II. (1791); *Sphaerocarpus* Bull. in Champ. (1791); *Tubulina* Persoon in Roemer, N. Mag. Bot. I. (1794) (inkl. *Siphoptychium* Rost. [Nachtr. 1876]). Die Äthalien bestehen aus dichtgedrängten, aneinander abgeplatteten, walzenförmigen Sporangien, die auf einem gemeinsamen Hypothallus sitzen. Er verdankt seine schaumige Struktur wohl den leeren Häuten, die von den emporsteigenden Sporangien zurückgelassen sind.

Es sind 3 Arten bekannt. Die häufigste, *T. ferruginosa* Gm., in allen Waldregionen beobachtet (Fig. 433 A, B, C), hat bis 8 cm große Äthalien von rostbrauner Farbe. Die blaßbraunen Sporen sind 5–8  $\mu$  groß und zeigen die zarte Netzverdickung auf dem größten Teil der Oberfläche. Bei der kleineren, in den Tropen und in Nordamerika vorkommenden *T. stipitata* Macbr. ist der Hypothallus (Fig. 433 D) zu einem Stiel verschmälert. Die dritte Art, *T. Casparyi*, ist so merkwürdig, daß sie Rostafinski zum Typus einer eigenen Gattung *Siphoptychium* erheben wollte. In jedem Sporangium steckt eine hohle Columella, die mit der Wandung durch Querröhren in Verbindung steht. Sie ist wiederholt in Nordamerika und einmal in Schweden und in Japan gefunden.

2. *Alwisia* Berkeley et Broome in Journ. Linn. Soc. XIV. (1873).

Die einzige Art, *A. bombardia*, ist wenige Male in den Tropen der Alten und Neuen Welt gefunden worden. Auf einem schlanken Stiel sitzt ein Büschel von 4–8 spindelförmigen Sporangien. Ihre Spitze öffnet sich mit Zipfeln und blättert schnell ab; dadurch werden rings die hohlen Capillitiumfasern frei, die vom Grunde der Sporangien bis zur Spitze wie eine Reuse aufsteigen. Die Sporen gleichen in Farbe und Skulptur denen von *Tubifera*.



1. *Licea* Schrader in Nova Genera Plant. 1797 16 (Inkl. *Protoderma* Rost., Mon. 1875, 90).

Von den 6 beschriebenen Arten ist *L. flexuosa* Pers. die gewöhnlichste. Ihre Plasmodiocarpium finden sich in Europa und Nordamerika auf Koniferenholz. Die bräunlichen Sporen sind 11–14  $\mu$  groß und zeigen einen deutlichen Keimungsleck. Die winzige *L. minima* Fries (Fig. 435 A, B) gleicht ihr im Substrat und in der Verbreitung. Die Sporangien sind höchstens 0,5 mm groß; sie springen mit 3 oder 4 Klappen auf, an denen bisweilen kurze Fasern sitzen, die wie Rudimente eines Capillitiums aussehen. Die Sporen sind kleiner (9–12  $\mu$ ). *L. pusilla* Schrader ist viel seltener und nur aus Europa bekannt. Die halbkugeligen Sporangien werden 1 mm groß, springen unregelmäßig auf und haben auffallend große (13–20  $\mu$ ) Sporen.

2. *Kleistobolus* Lippert in Österr. Bot. Zeitschr. XLIII. 1893, 133; *J. Jarocki* in Bull. Ac. polon. Sc. Math. et nat. B. 1926, 849.

Die einzige Art, *K. pusillus*, hat *Jarocki* vor kurzem in der Tatra auf Fichtenholz wieder aufgefunden. Die mit bloßem Auge (40–200  $\mu$ ) kaum sichtbaren Sporangien haben eine abgeflachte kesselförmige Gestalt. Merkwürdig sind die kurzen Fortsätze auf der Innenseite des Deckels, die wie Stümpfe hohler Capillitiumfäden aussehen. Sporen blaßbraun (9–11  $\mu$ ).

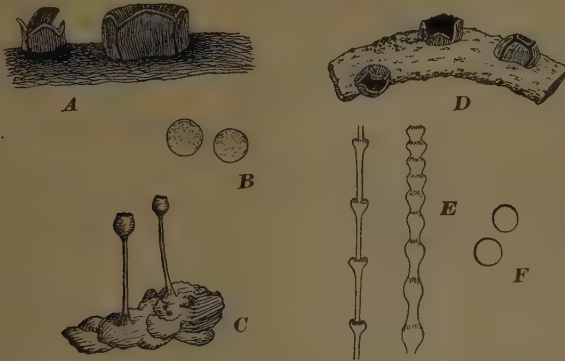


Fig. 435. A *Licea minima* Fr. Sporangien (25/1). B Spore (500/1). — C *Orcadella operculata* Wing. (25/1). — D *Listerella paradoxa* Jahn (25/1). E Capillitium (3000/1). F Sporen (500/1). (A, B, D–F nach der Natur; C nach G. Lister.

3. *Hymenobolina* Zukal in Österr. Bot. Zeitschr. XLIII, 1893, 133.

Die einzige Art, *H. parasitica* Zuk., ist in neuerer Zeit wieder von W. Cran in England parasitisch auf Flechten und Rindenalgen beobachtet worden. Die kugeligen oder abgeflachten Sporangien sind sehr klein (höchstens 0,2 mm), bräunlich grau; sie haben eine häutige, mit winzigen Papillen besetzte Wand und meist einen deutlich abgesetzten Deckel. Die Sporen sind bräunlich, 11–16  $\mu$  groß.

4. *Orcadella* Wingate in Proc. Ac. Nat. Sc. Philad. 1889, 280. Auf einem Stiel (Fig. 435 C) sitzt ein winziges urnenartiges Sporangium mit wohlentwickeltem Deckel.

Die einzige Art, *O. operculata* Wing., ist zuerst in Nordamerika an Eichenrinde und dann wiederholt in Europa an der Rinde lebender Bäume gefunden worden. Sporen 8–11  $\mu$ .

## Listerellaceae.

Mit 1 Teilfigur.

Sporangien sitzend, mit Klappen aufspringend. Capillitium spärlich, perlschnurartig. Nur eine Gattung.

*Listerella* Jahn in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXIV, 1906, 538.

Die Sporangien der einzigen Art, *L. paradoxa* (Fig. 435 D, E, F), sind nur 0,3 mm groß. Sie ist bisher nur wenige Male in Norddeutschland und Rußland beobachtet worden. Die Fruchtkörper sitzen auf *Cladonia* und springen mit 4–6 Klappen auf. Die Sporen sind bräunlich grau, in Masse schwärzlich (7–8  $\mu$ ) und zeigen einen deutlichen Keimungsleck.

Die Form ist so eigenartig, daß ihre systematische Stellung unsicher ist. Fr. Lister stellt sie vorläufig in die Nähe von *Dianema*. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß entfernte Beziehungen zu *Licea*, namentlich zu *L. minima*, bestehen.

## 5. Reihe. Cribrariales.

Die Plasmodien leben nur im Holz, und zwar meist in Coniferenholz und sind abweichend gefärbt (scharlachrot, hellblau, violett, braun, grün, bleigrau, schwarz). Sie führen außer den Kernen zahlreiche Körnchen (Plasmodienkörner, Dictydinkörner), die auch den verdickten Teilen der Sporangienhäute aufgelagert werden. Die Peridie der Sporangien ist meist durchlöchert. Ein Capillitium fehlt stets. Die Vorgänge bei der Keimung sind unbekannt. Die Reduktionsteilung scheint nach Präparaten, die ich von *Lindbladia* besitze, normal zu verlaufen. Über die Beziehungen zu andern Reihen lassen sich nur Vermutungen äußern. Charakteristisch ist, daß auch hier die niedersten Formen zur Äthalienbildung neigen. Die Ähnlichkeit der Gattungen *Enteridium* und *Lindbladia* ist mehrfach als Verwandtschaft gedeutet worden.

## Cribrariaceae.

Mit 1 Figur.

Der von Rostafinski gebrauchte Name *Heterodermaceae* sollte andeuten, daß nur bestimmte Teile der Primärmembran verdickt werden. Diese Eigenschaft hat aber die Gattung *Lindbladia*, deren Stellung Rostafinski zuerst verkannt hatte, überhaupt nicht, während sie sich andererseits bei manchen *Stemonitales* findet. Ich halte deshalb den obigen, schon von Schröter und Macbride gebrauchten Familiennamen für geeigneter.

### Einteilung der Familie.

- A. Die Sporangien sind  $\pm$  deutlich zu Äthalien vereint . . . . . 1. *Lindbladia*.
- B. Einzelsporangien, meist deutlich gestielt.
  - a. Die Verdickungsleisten der Peridie bilden ein zierliches Netzwerk. Meist sind die Knoten verbreitert und durch dünne Strahlen verbunden . . . . . 2. *Cribraria*.
  - b. Sie verlaufen meridional und werden unten durch eine Haut, oben durch zarte Querräden zusammengehalten . . . . . 3. *Dictydium*.

### 1. *Lindbladia* Fries, Summa Veg. Scand. (1849) 449.

Die einzige Art, *L. effusa* Rost., kommt auf Koniferenholz in der nördlichen gemäßigten Zone vor und ist in Deutschland in Kiefernwäldern meist nicht selten. Eine Form, die zuerst in Nordamerika beobachtet wurde, hat Äthalien, die aus dicht gedrängten, bisweilen sogar freien Einzelsporangien bestehen. Das Plasmodium ist tiefschwarz. Die Äthalien, bis 20 cm groß, bestehen aus dicht verwobenen Sporangien. Die Sporen zeigen die Ockerfarbe der Fruchtkörper und sind 4–6  $\mu$  groß mit feinwarziger Membran.

2. *Cribraria* Persoon in Roemers N. Mag. Bot. I. (1794) 91. Sporangien kugelförmig, gestielt. Die Peridie besteht unten meist aus einem Becher, an den sich oben ein feines Leistennetz anschließt. Diese Leisten sind entweder gleich dick, oder sie bestehen aus Knoten, die durch zierliche Strahlen verbunden sind.

Es sind 16 Arten sicher bekannt, von denen viele nur auf Koniferenholz auftreten. *Cr. argillacea* Pers. erinnert noch dadurch an *Lindbladia*, daß die Peridie vollständig erhalten bleibt und die Leisten nur als Verdickungen auf ihr erscheinen. Sie hat hellere tonfarbene Sporangien und fast glatte 5–6  $\mu$  große Sporen. Sie kommt überall in den gemäßigten Zonen vor und ist bei uns auf Nadelholz häufig. *Cr. rufa* Rost. (Fig. 436 A) hat ein einfaches Leistennetz und rotbraune, 5–8  $\mu$  große Sporen. Sie ist in Deutschland auf Nadelholz sehr häufig und auch anderwärts in der gemäßigten Zone gefunden. *Cr. macrocarpa* Schr. besitzt schon einen deutlichen Becher und unregelmäßige Knoten. Sie kommt nur auf Koniferenholz vor und scheint in Deutschland nicht häufig zu sein. *Cr. vulgaris* Schrader ist in Deutschland die gewöhnlichste Art. Der Becher der nußbraunen Sporangien ist wohl entwickelt, die Knoten sind eckig und durch zarte Leisten verbunden. Die Sporen sind 5–6  $\mu$  groß. Nahe steht *C. piriformis* Schr. (Fig. 436 B, C). Bei der sehr zierlichen *Cr. intricata* Schrader, die vorzugsweise in Nordamerika und den

Tropen vorkommt, ist der Becher rückgebildet, und die Gitterkapsel des Sporangiums besteht aus runden, durch regelmäßige Strahlen verbundenen Knoten.

3. **Dictydium** Schrader, Nova Gen. Plant. (1797) 11 (Inkl.: *Heterodictyon* Rostaf., Monogr. [1875] 231). Langgestielte kugelige Sporangien, meist überhängend. Die Rippen des kleinen Bechers setzen sich meridional als Spangen fort und werden durch dünne Querleisten zusammengehalten.

Die einzige Art, *D. cancellatum* (Batsch) Macbr., ist in allen Waldregionen gefunden. Das Plasmodium ist blauschwarz. Die Sporen sind 4–7  $\mu$  groß (Fig. 436 D, E). Abnorme Sporangien (Fig. 436 F) sind nicht selten.

## 6. Reihe. Stemonitales.

Mit echtem Capillitium, meist einem Netzwerk dunkler Fäden. Sporen rostbraun, violettbraun oder schwärzlich, nur bei den Echinosteliaceen heller. Meist holzbewohnend.

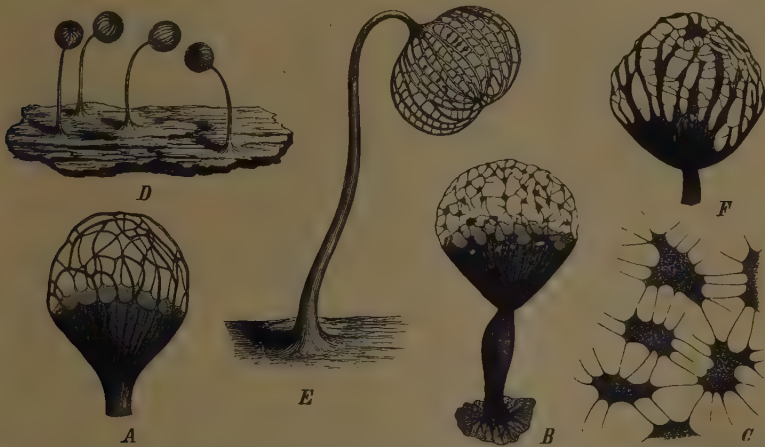


Fig. 436. A *Cribraria rufa* (Roth.) Rost. Peridium (30/1). — B *C. piriformis* Schrad. Entleertes Sporangium (30/1). — C *C. intricata* Schrad. Netzwerk (400/1). — D, E *Dictydium cancellatum* Batsch. Sporangien (D 10/1, E 50/1). — F Dieselbe Art. var. *alpinum* Lister (*Heterodictyon mirabile* Rost) (50/1). (A–C, F nach Rostafinski; D, E nach Schroeter.)

Sporenkeimung mit Schwärmern. Capillitium und Sporen weisen auf Beziehungen zu den *Enteridiales*, namentlich zu *Reticularia*, hin.

### Übersicht über die Familien.

- A. Äthalien ohne deutlich erkennbare Einzelsporangien . . . . . **Amaurochaetaceae.**
- B. Sporangien stets an der Columella erkennbar, zu Äthalien vereinigt, dicht gedrängt stehend oder vereinzelt . . . . . **Stemonitaceae.**
- C. Einzelsporangien, Columella fehlend oder nur als Stumpf vorhanden.
  - a. Sporangien sitzend, Columella fehlend, Peridie derb, außen mit Gallertschicht . . . . . **Collodermaceae.**
  - b. Sporangien gestielt, winzig. Peridie völlig oder in Resten erhalten, Columella fehlend oder ein Stumpf. Sporen hell . . . . . **Echinosteliaceae.**

## Amaurochaetaceae.

Äthalien, Capillitium schwarzbraun, in Fetzen und Fäden aufgelöst.

**Amaurochaete** Rostaf., Vers. (1873) 8 (Inkl.: *Matruchotiella* Skup., Bull. Ac. Pol. Sc. [1924] 396. Äthalien polsterförmig, aus verwobenen Sporangien bestehend, die an weichen Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 2.

unreifen Fruchtkörpern noch erkennbar sind. Die Hauptstränge des zerschlitzen und schließlich in Fäden aufgelösten Capillitium können als Columellen gedeutet werden.

Von den drei Arten ist *A. fuliginosa* (Sowerby) Macbr. auf Pinusholz in der nördl. gem. Zone verbreitet. Die faustgroßen Fruchtkörper erscheinen schon auf frisch gefälltem Holze. Capillitium und Sporen (11–14  $\mu$ ) sind schwarz. Die zweite Art, *A. cribrosa* (Fries) Sturgis hat kleinere, manchmal sogar gestielte Äthalien und erscheint auch auf Koniferenholz, aber viel seltener. Eine dritte Art, *A. comata* G. Lister et Brandza ist vor kurzem in Rumänien auf Abiesholz gefunden worden.

## Stemonitaceae.

Mit 1 Figur.

Sporangien gestielt; der Stiel setzt sich in das Sporangium als Columella fort, von der das Capillitium ausgeht. Bei der Entwicklung der Fruchtkörper legt der Plasmodium-tropfen den Stiel in seinem Innern an und klettert an ihm empor. Vereinzelt Äthalien mit deutlicher Columella.

### Einteilung der Familie.

A. Die Fruchtkörper sind Äthalien.

a. Das Capillitium besteht aus Fäden, die sich zu sporenführenden Blasen erweitern

1. *Brefeldia*.

b. Es zweigt sich als unregelmäßiges Fadenwerk von der ganzen Höhe der Columella ab

2. *Stemonitis* z. T.

B. Die Fruchtkörper sind Sporangien.

a. Die Seitenäste des Capillitiums bilden an der Oberfläche ein zartes Netz . . . 2. *Stemonitis*.

b. Kein solches Netz.

a. Die Primärhaut der Sporangien verschwindet völlig.

I. Das Capillitium entspringt an der Spitze der Columella, die das ganze Sporangium durchsetzt . . . . . 4. *Enerthenema*.

II. Es sitzt an der Columella wie die Äste an einem Baume . . . . . 3. *Comatricha*.

β. Sie bleibt als irisierende Haut ± vollständig erhalten . . . . . 5. *Lamproderma*.

1. *Brefeldia* Rost., Vers. (1873). Die oft riesigen Äthalien, die fast einen qm bedecken können, bestehen aus verwachsenen, bisweilen verzweigten Sporangien, die auf einem schwammigen Hypothallus stehen. Die starren Fäden des Säulchens, die im Innern oft rückgebildet sind, stehen nicht mit dem Capillitium in Verbindung. Dieses ist strahlig (Fig. 431 D) zwischen ihnen ausgespannt und erweitert sich an den Sporangien Grenzen zu Bläschen.

Die einzige Art, *B. maxima* (Fr.) Rost. kommt auf altem Holz und Reisig nicht häufig in Europa und Nordamerika vor.

2. *Stemonitis* Gleditsch, Meth. fung. (1753) 140 (Inkl.: *Jundzillia* Racib., Hedwigia XXVI [1887]). Sporangien gestielt, walzenförmig, Seitenäste fast der ganzen Länge nach von einem Säulchen abgehend, an der Oberfläche sich zu einem zarten Netz vereinigend. Bei den äthalioiden Arten fehlt dieses Netz oder es ist unregelmäßig.

Es sind je nach der Auffassung der Varietäten 8 bis 16 Arten beschrieben. Das gedrängte Wachstum bringt es mit sich, daß auch bei den normal fruktifizierenden Arten die Sporangien bei ungünstigen Außenbedingungen sich gegenseitig stören und eine Art Äthaliem liefern. Die Lehre, daß alle Äthalien nur als Nebenformen regelmäßiger Arten aufzufassen sind, ist aber kaum richtig. Von den äthalioiden Arten ist in der gemäßigten Zone häufig, namentlich auf Kiefernholz, *St. tubulina* Alb. et Schweinitz (*St. splendens* var. *flaccida* Lister, *Jundzillia tubulina* Racib.). Die Sporangien sind völlig verklebt; das Capillitium ist locker und trägt hautartige Erweiterungen, die Sporenmasse ist anfangs hell schokoladenbraun, später dunkler, die Sporen sind 7–8  $\mu$  groß, feinwarzig. Normale Sporangien mit wohl entwickeltem Netz haben *St. fusca* Roth, die in allen Regionen auf Holz vorkommt (Fig. 437 C, D, E). Sporen in Masse schwarzbraun, unter dem Mikroskop violettbraun, bei der Normalform 8–10  $\mu$  groß, meist mit deutlicher Netzzeichnung. Die kleineren Sporangien von *St. ferruginea* Ehrenbg. haben lange schwarze Stiele und sind rostbraun gefärbt. Die Sporen sind klein (4–6  $\mu$ ) und fast glatt. Die Art ist genau so verbreitet. Beide haben ein weißes Plasmodium. Dagegen hat die ebenfalls rostbraune *St. flavogenita* Jahn mit größeren Sporen (7–9  $\mu$ ) und einem feinen Oberflächennetz des Capillitiums ein gelbes Plasmodium. Sie ist in Europa häufig, scheint aber in Amerika sehr selten zu sein. Sie kommt nicht nur auf Holz vor, sondern auch auf Reisig und in altem Laub. Noch weiter geht in

dieser Anpassung die ihr nahestehende *St. herbatica* Peck, die in allen Tropen gemein ist. Das Plasmodium lebt im Laub und klettert bei der Reife an Stengeln empor.

3. **Comatrigha** Preuß in Linnaea XXIV (1851) 140 (Inkl.: *Rostafinskia* Racib., Rozpr. Mat. Przyr. Ak. Krak. XII [1884] 77; *Orthotrichia* Cel. fil., Myx. Böhm. [1893] 54; *Raciborskia* Berl., Sacc. Syll. VII [1888] 400). Die Diagnose der Gattung, die vorwiegend negative Merkmale enthält (kein peripheres Netz des Capillitiums, keine äußere Membran, keine Vereinigung der Sporangien), bringt es mit sich, daß sie eine künstliche Vereinigung konvergenter Formen ist.

Bekannt sind etwa ein Dutzend Arten. An *Stemonitis* erinnert durch die gedrängte Stellung der Sporangien *C. longa* Peck. mit lang herunterhängenden Sporangien, lockerem Capillitium, 8–9  $\mu$  großen Sporen, die feinstachelig sind und zwischen den Stacheln ein Netz zeigen. Sie kommt auf altem Holz vorwiegend in den Tropen vor, ist aber auch in Japan, Nordamerika und Rumänien gefunden worden. *C. typhoides* Rost. hat gesellig, aber locker stehende Sporangien von zylindrischer Form und mit dichtem Faserwerk von bräunlicher Lilafarbe. Die Sporen sind verhältnismäßig klein (6–7  $\mu$ ). Sie ist in der gemäßigten Zone auf Holz häufig. Ebenso häufig

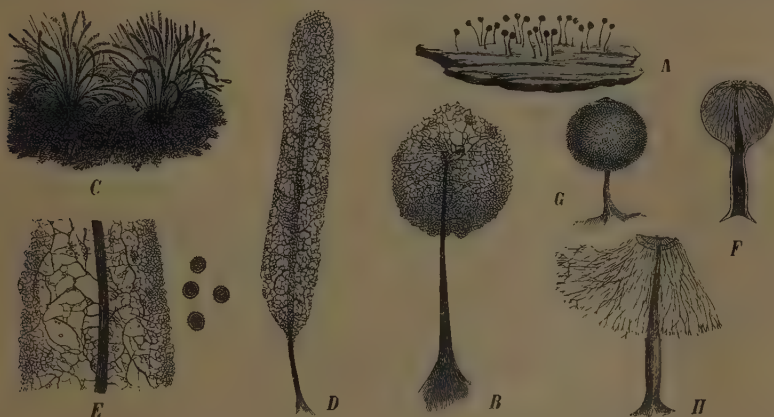


Fig. 437. A, B *Comatrigha nigra* Pers. A Sporangien. Nat. Gr. B Capillitium (etwa 20/1). — C–E *Stemonitis fusca* Roth. C Sporangien. Nat. Gr. D, E Capillitium (D etwa 5/1, E 20/1). — F–H *Enerthenema papillatum* Pers. F Unreifes, G reifes Sporangium (etwa 10/1). H Capillitium (etwa 20/1). (C, D nach Schroeter; A, F–H nach Rostafinski; B, E nach De Bary.)

ist *C. nigra* Schroeter (Fig. 437 A, B), mit langgestielten, meist mehr eiförmigen schwarzbraunen Sporangien. Sporen meist etwa 8  $\mu$  mit deutlichen Stacheln. In Deutschland sind ihre verschiedenen Formen auf alten Zweigen in Wäldern gemein. Auf altem Laub findet sich die ähnliche, aber blasser gefärbte *C. pulchella* Rost. Sporen 6–8  $\mu$ . Während bei diesen Arten nach der Weise der Gattung *Stemonitis* das Säulchen durch das Sporangium durchgeführt wird, gabelt sie sich bei einigen Arten frühzeitig. Diese bilden dadurch einen Übergang zur Gattung *Lamproderma*. Am schönsten zeigt dies die in Europa und Nordamerika hin und wieder auftauchende *C. elegans* (Racib.) Lister, die Raciborski deshalb zum Typus einer eigenen Gattung *Rostafinskia* erheben wollte. Endlich führt die winzige *C. fimbriata* (0,5–1 mm hoch) mit einem Säulchenstumpf und verdickten Capillitiumenden zu den Echinosteliaceen hinüber, die ebenfalls winzige *C. cornea* G. Lister mit einem Kragen am Grunde des Sporangiums, deutlicher Columella und spärlichen ankerartigen Capillitiumfasern zur Gattung *Enerthenema*. Beide sind erst neuerdings von Fr. G. Lister beschrieben worden.

4. **Enerthenema** Bowman in Trans. Linn. Soc. XVI (1830) 152; *Ancyrophorus* Raunkiaer in Bot. Tidskr. XVII (1888) 93. Das Säulchen der gestielten Sporangien durchsetzt das ganze Sporangium und breitet sich an der Spitze zu einer runden Scheibe aus; von ihr gehen die schwarzen, wenig verzweigten Capillitiumfasern aus (Fig. 437 F, G, H).

Die einzige Art, *E. papillatum* (Pers.) Rost. ist auf Holz und Borke im gemäßigten Klima gewöhnlich. Sporen braun, stachelig, 8–11  $\mu$ .

5. **Lamproderma** Rostaf., Vers. (1873) 7. Meist gestielte kugelförmige Sporangien, deren Peridie als eine zarte irisierende Haut erhalten bleibt. Stiel schwarz, Columella

meist gleichmäßig dick bis zur halben Höhe des Sporangiums reichend, Capillitiumfasern strahlend vom obern Ende der Columella ausgehend.

Von den 10 Arten kommt *L. columbinum* (Pers.) Rost. auf Kiefernholz wohl am häufigsten in den nordeuropäischen Wäldern vor; in Nordamerika ist sie im Westen häufig und im Osten selten. In der Normalform hat sie kugelige, etwa 0,5 mm große Sporangien, die auf einem doppelt so langen Stiele sitzen. Außen sind sie von einer metallisch schimmernden Haut bedeckt, das Säulchen innen geht bis zur halben Höhe, ist am Ende zugespitzt und trägt dort das dichte rötlich-braune, spärlich verzweigte Capillitium. Die Sporen sind rötlichgrau, feinstachelig, 11–14  $\mu$  groß. Ebenso weit verbreitet in nördlichen Wäldern ist *L. violaceum* (Fries) Rost. mit hellerem Capillitium und kleineren (8–10  $\mu$ ) Sporen. Sie findet sich auf sehr zersetztem Holz und auf altem Laub. Ebenfalls in alten Blatthaufen lebt das Plasmodium von *L. scintillans* (Berk. et Br.). Die Sporangien sind meist kleiner, die Fäden des Capillitiums am Grunde blaß und an den Enden gefärbt, auch die Sporen kleiner (6,5–8  $\mu$ ). Sie ist in Europa nicht selten und vereinzelt auch in den Tropen gefunden worden. Meylan hat den Nachweis geführt, daß einige charakteristische Arten in den Alpen und im Jura im Frühjahr nach der Schneeschmelze auf den erstickten Kräutern erscheinen.

## Collodermaceae.

Mit 1 Teilfigur.

Peridie außen mit einer Schleimschicht. Ohne Columella. Capillitium vom Grunde entspringend. Nur eine Gattung.

**Colloderma** G. Lister in Journ of Bot. XLVIII (1910) 312. Capillitium ein Netzwerk bräunlicher Fäden.

Die einzige Art, *C. oculatum* (Lippert) G. Lister, 0,3–1 mm große, annähernd kugelige, bisweilen zu Plasmodiocarpien verlängerte Sporangien, die in feuchtem Zustande tropfenartig glänzen. Die äußere Schicht der Peridie ist in Wasser stark quellbar, schleimig, trocken mit körnigen Auswurfstoffen besetzt, die innere häutig. Die Fäden des Capillitiums sind oft gegliedert, bräunlich, an den Spitzen farblos. Sporen deutlich stachelig, 11–15  $\mu$ . Auf alten Stümpfen, namentlich von *Picea*. Leicht zu übersehen, aber dem Anschein nach in der nördlichen gemäßigten Zone verbreitet (Fig. 438 A–C).

## Echinosteliaceae.

Mit 1 Teilfigur.

Winzige, gestielte, einzeln stehende Sporangien. Säulchen höchstens als Stumpf erhalten. Peridie als Kragen, in Scheiben an den Faserenden oder in Lappen erhalten, Capillitium spärlich, in Häkchen endend oder an der Peridie befestigt. Ich halte es für zweckmäßig, die drei hieher gestellten monotypischen Gattungen von den *Stemonitaceae* zu trennen. Es kommt in ihnen eine Entwicklungstendenz zum Ausdruck, die den Stemoniteen fremd ist, nämlich die Rückbildung der Columella, die Verdickung der Peridie und die Befestigung des Capillitiums an der Peridie. Angedeutet ist sie schon bei *Comatriza fimbriata*.

### Einteilung der Familie.

- A. Sporen und Capillitium farblos, Peridie ein zarter Kragen . . . . . 1. **Echinostelium**.
- B. Sporen und Capillitium deutlich gefärbt, Capillitium an der Peridie sitzend.
  - a. Capillitiumfasern wiederholt gegabelt, an den Enden mit scheibenförmigen Resten des Capillitiums . . . . . 2. **Clastoderma**.
  - b. Capillitiumfasern spärlich, an der Peridie sitzend, Columella stumpfförmig, deutlich . . . . . 3. **Barbeyella**.

1. **Echinostelium** de Bary in Rostaf. Vers. (1873). Die winzigen mucorartigen Sporangien sitzen auf einem pfriemförmigen oben farblosen Stiel von 0,4 mm Länge. Die Andeutung eines Säulchens ist erkennbar. Das Capillitium besteht aus wenigen farblosen, wiederholt geknickten, einigemal verzweigten Fäden mit hakenförmigen Enden. Sporen farblos, 6  $\mu$ .

Die einzige Art, *E. minutum* de Bary, ist seit ihrer Auffindung durch de Bary wiederholt in England und in Nordamerika auf altem Holz beobachtet worden (Fig. 438 D, E, F).

2. **Clastoderma** Blytt in Bot. Zeitg. XXXVIII (1880) 343; *Orthotricha* Wingate in Journ. Myc. II (1886) 125. Sporangien etwa 1 mm hoch, gestielt, Capillitium bräunlich,

mehrfach verzweigt, die Enden an den Resten der Peridie hängend. Reste einer kurzen Columella erkennbar. Sporen 7–10  $\mu$ , hellbräunlich.

Die einzige Art, *C. Debaryanum* Blytt, ist in Europa, Nordamerika, in den Tropen, Neuseeland und Chile gefunden.

3. **Barbeyella** Meylan, Bull. Soc. Bot. Genève, sér. 2. VI (1914) 89. Sporangien kugelig, gestielt, bis 2 mm hoch, schwärzlich (Fig. 438 G, H, I). Peridie häutig, mit Körnchen besetzt, unregelmäßig in Lappen und Felder zerreißen. Stiel schwarz, zugespitzt, am Grunde hohl. Säulchen stumpf, bis zur halben Höhe des Sporangiums reichend, an der

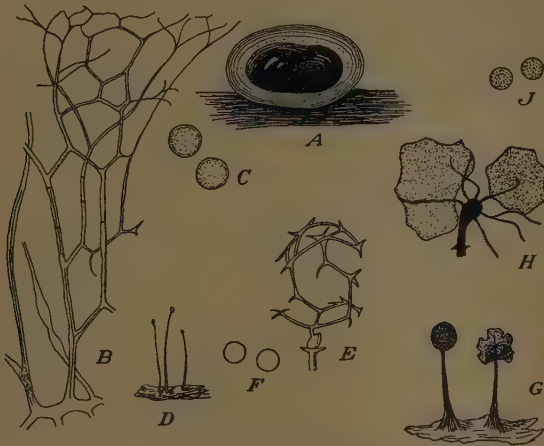


Fig. 438. A *Collocladum oculatum* G. Lister. Sporangium (25/1). B Capillitium (300/1). C Spore (500/1). — D *Echinostelium minutum* De Bary. Sporangium (25/1). E Capillitium (450/1). F Spore (500/1). — G *Barbeyella minutissima* Meylan. Sporangium (25/1). H Kopf des Sporangiums (170/1). J Spore (500/1). (Alles nach G. Lister.)

Spitze 7–10 Fasern tragend, die mit ihren Enden an der Peridie hängen. Sporen rötlich-grau, schwach warzig, 7–8  $\mu$ .

Nur zweimal von Meylan im Jura auf Lebermoosen in 1300 m Höhe gefunden.

## 7. Reihe. Physarales.

Fries 1829.

Sporangien mit Körnchen von Kalziumkarbonat. Sporen bräunlich, mit grauem, rötlichem oder violettem Ton. Die Gattungen *Diachea* und *Leptoderma* verbinden die Reihe mit den *Stemonitales*.

### Übersicht über die Familien.

A. Der Kalk wird in Form runder Körnchen in der Peridie oder in Auftreibungen des Capillitiums abgelagert (bei einzelnen Arten von *Diachea* fehlt er gänzlich)

**Physaraceae.**

B. Der Kalk erscheint in Form von Kristallen außen auf der Peridie. Die Kristalle können zu Drusen oder Scheiben vereinigt sein . . . . . **Didymiaceae.**

## Physaraceae.

Mit 3 Figuren.

Die runden Kalkkörnchen sind der Peridie eingelagert oder aufgelagert; in vielen Fällen erfüllen sie auch das Capillitium entweder ganz oder in blasigen Auftreibungen. Auch der Stiel, der durch Einfaltung der Peridie entsteht, kann Kalk führen. Die 3

Hauptgruppen, die hier unter A, B und C unterschieden werden, lassen sich auch als 3 Unterfamilien auffassen, deren erste, *Diachoidae*, den Übergang zu den *Stemonitales* bildet, während die 3., *Didermoideae*, in mehrfacher Beziehung an die *Didymiaceae* erinnert. Die 2., *Physaroideae*, umfaßt die meisten Gattungen mit mannigfachen Entwicklungstendenzen.

### Einteilung der Familie.

- A. Kalk findet sich nur im Stiel und dem Säulchen. Capillitium *Lamproderma*-artig (*Diachoidae*)
1. *Diachea*.
- B. Kalk im Capillitium, oft auch in der Peridie und im Stiel (Unterfamilie *Physaroideae*).
- a. Äthalien . . . . . 4. *Fuligo*.
  - b. Einzelsporangien oder Plasmodiocarpien.
    - a. Das Capillitium ist ein hohles, durchweg Kalk führendes Röhrenwerk . . . 2. *Badhamia*.
    - β. Es besteht aus hyalinen Fasern mit Kalkknoten oder Kalkplatten.
      1. Sporangien walzenförmig, langgestreckt, am Grunde verzweigt, hängend . . . 5. *Erionema*.
      2. Sporangien kugelförmig, abgeplattet oder verlängert, Peridie unregelmäßig aufspringend . . . . . 3. *Physarum*.
      3. Sporangien schüsselförmig, langgestielt . . . . . 7. *Trichamphora*.
      4. Sporangien der Anlage nach schüsselförmig; aber die Schüssel ist so weit vertieft und zusammengebogen, daß eine doppelwandige Röhre entsteht. Die äußere Peridie springt in 4 Lappen auf . . . . . 8. *Physarella*.
      5. Sporangien becherförmig, mit Deckel sich öffnend . . . . . 9. *Craterium*.
      6. Netzartig verzweigte Plasmodiocarpien . . . . . 6. *Cienkowskia*.
      7. Sporangien eiförmig, glänzend braun, an häutigen Stielen hängend . . . 10. *Leocarpus*.
- C. Der Kalk ist auf die Peridie beschränkt (Unterfamilie *Didermoideae*).
- a. Peridie glatt, meist zweischichtig . . . . . 11. *Diderma*.
  - b. Die Peridie durch zahlreiche zylindrische Auftreibungen höckerig . . . 12. *Physarina*.

1. *Diachea* Fries, Syst. Orb. Veg. I (1825) 143; *Diachaea* Cooke, Brit. Fung. (1871) 395 (Inkl.: *Diachaeella* v. Höhnelt in Sitzber. Ak. Wiss. Wien, M. Nat. Kl. I. CXVIII [1909] 437). Peridie zart, häutig, schillernd. Stiel und Säulchen mit häutiger Wand, innen mit Kalk, bei einigen Arten auch kalkfrei. Capillitium ein Netzwerk aus dunkeln, rötlich-violetten Fäden. Da unter den Kalkkörnern im Stiel sich gewöhnlich einige deutlich kristallinische befinden, weicht die Gattung auch darin von den *Physaraceae* ab. Die kalkfreien Arten sind von den *Stemonitales* nur durch die häutige Wandbildung des Stiels geschieden.

Von den 8 Arten ist in allen Zonen auf altem Laub häufig *D. leucopoda* Rost. mit zylindrischen Sporangien, weißem gedrungenen Stiel und ebensolcher Columella (Fig. 439 A). Das dunkelbraune, netzartige Capillitium verbindet Säulchen und Peridie und ist an den Enden farblos, die Sporen sind violettbraun, feinstachelig, 7–9  $\mu$  groß. Von den übrigen Arten scheint nur *D. subsessilis* Peck häufiger zu sein. Sie hat kugelige Fruchtkörper, kurze weiße, gelegentlich auch braune und kalkfreie, Stiele und Säulchen und 7–10  $\mu$  große Sporen mit zarter Netzzeichnung. Sie ist auf altem Laub von Jaap auch in Deutschland gefunden. Unter den kalkfreien Arten ist *D. cerifera* G. Lister merkwürdig. Sie ist auf altem Laub mehrfach in Europa und Japan beobachtet. Sie hat kugelige Sporangien und in den dunklen Stielen und bisweilen am Grunde der Peridie ein wachstartiges Ausscheidungsprodukt. Die Sporen sind feinstachelig und groß (10–18  $\mu$ ).

2. *Badhamia* Berkeley in Trans. Linn. Soc. XXI (1852) 153 (Inkl.: *Scyphium* Rost., Mon. [1875] 148). Fruchtkörper von sehr verschiedener Gestalt, Peridie meist zerbrechlich, kalkführend. Capillitium ein meist rundmaschiges Netzwerk hohler Röhren, die mit Kalkkörnchen gefüllt sind. Die Plasmodien sind vielfach gelb gefärbt; nur wenige leben auf Holz, die meisten auf Laub, Baumrinden, Flechten oder Pilzen.

Von den 17 Arten, die unterscheidbar sind, ist in Mitteleuropa *B. capsulifera* (Bull.) Berk. häufig. Das Plasmodium lebt namentlich auf der Borke und im Splint frisch gefällter Kiefern. Die grauweißen zerbrechlichen Sporangien sitzen dicht gedrängt. Die Sporen hängen zu 8–20 in Ballen zusammen, sind auf der einen Seite grobwarziger als auf der andern und 11–13  $\mu$  groß. Ihr steht nahe *B. utricularis* (Bull.) Berk. (Fig. 439 B–E). Das gelbe Plasmodium findet man im Herbst und Winter auf den Hymenien holzbewohnender Pilze, die es abweidet. Bei trockenem Wetter geht es schnell in den Sklerotienzustand über. Da es nicht lichtscheu ist, läßt es sich im Laboratorium leicht mit Pilzen ernähren, eintrocknen und wieder erwecken. Die Sporangien hängen oft an langen gelben Stielen, die Sporen sind etwas kleiner. Ein weißes Plasmodium hat *B. panicea* (Fr.) Rost., die in Europa und Nordamerika vorkommt und namentlich auf Espenrinde

erscheint. Die Sporen sind hell rötlichbraun und  $11\ \mu$  groß. Das gelbe Plasmodium von *B. lilacina* (Fr.) Rost. lebt in Mooren oder Sümpfen und legt die enggedrängten fleischfarbenen Sporangien auf *Sphagnum* oder Grashalmen an. Die dunkeln Sporen zeigen Stacheln und eine  $\pm$  deutliche Netzzeichnung ( $10\text{--}15\ \mu$ ). *B. decipiens* (Curt.) Berk. kann man leicht auf alter flechtenbedeckter Borke der Laubbölder erhalten. Die gelben runzeligen Sporangien erscheinen oft als Plasmodiocarpien. Das Capillitium ist gelb, und die Sporen sind auf der einen Seite stacheliger als auf der andern ( $10\text{--}13\ \mu$ ).

3. *Physarum* Persoon in Usteri Ann. Bot. XV (1795) 5 (Inkl.: *Tilmadoche* Rost., Mon. [1875] 126; *Cyrtidium* Morgan, Journ. Cinc. Soc. Nat. Hist. XIX [1896] 11; *Crateriachea* Rost., Mon. [1875] 344; *Claustria* Fries, Summ. Veg. Scand. II [1849] 451; *Angioridium* Grev., Scot. Crypt. Fl. t. [1828] 310). Die Fruchtkörper sind gestielt oder sitzend oder geschlängelte Plasmodiocarpien. Die Peridie kann einfach sein oder aus mehreren Schichten bestehen. Der Kalk kann zerstreut oder gruppenweise eingewachsen sein oder eine dicke Kruste bilden. Das Capillitium ist ein rundmaschiges Netzwerk zarter Fäden mit dreieckigen Verbreiterungen und kalkführenden Platten der mannigfachsten Gestalt. Der Stiel entsteht durch Einfaltung der Membran.

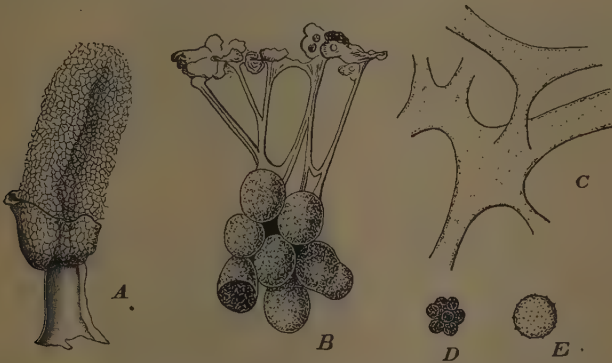


Fig. 439. — A *Achaeta leucopoda*. Sporangium (25/1). — B *Badhamia utricularis*. Sporangien (6/1). C Capillitium (250/1). D Sporenballen (200/1). E Spore (500/1). (A nach Schroeter; B–D nach der Natur.)

Es sind von dieser formenreichen Gattung mehr als 60 Arten beschrieben, von denen die Mehrzahl auf Laub und faulen Stengeln lebt. Am häufigsten und in verschiedenen Formen über die ganze Welt verbreitet ist wohl *P. nutans* Pers. mit linsenförmigen nickenden Sporangien an grauweißen Stielen (Fig. 440 E, F). Die Peridie ist grauweiß und blättert leicht ab, das Capillitium enthält bei der gewöhnlichen Form (*Tilmadoche* Rost.) spärliche spindelförmige Kalkknoten, bei andern aber verzweigte große, die Sporen sind hell bräunlich violett und fast glatt ( $8\text{--}10\ \mu$ ). Das weiße Plasmodium lebt in faulem Holz. *P. didermoides* Rost. hat ebenfalls ein weißes Plasmodium, das aber auf faulen Stengeln, altem Stroh und Dung lebt. Es ist ebenfalls kosmopolitisch. Die Peridie ist mehrschichtig und trägt außen oft eine Kalkkruste. Das Capillitium hat zahlreiche runde Kalkknoten, die Sporen ( $10\text{--}13\ \mu$ ) sind dunkelbraun und feinstachelig. Die Sporangien sitzen auf einem kurzen weißen Stiel meist gesellig auf einem Hypothallus. Die Art läßt sich leicht kultivieren. Dasselbe Plasmodium mit ähnlichen Lebensgewohnheiten hat *P. compressum* Alb. et Schw. Die Sporangien sind aber zusammengedrückt, gekrümmt oder gelappt, der Stiel schwärzlich, die Sporen und das Capillitium sind ähnlich. Ein gelbes Plasmodium hat *P. citrinum* Schum. Die Sporangien mit lebhaft gelber Peridie und gelbem Stiel erscheinen in den gemäßigten Zonen auf altem Holz. Das derbe Capillitium führt zahlreiche gelbe Kalkknoten. Die rötlichbraunen Sporen sind glatt ( $7\text{--}10\ \mu$ ). Noch derber und dauerhafter ist das Capillitium bei *P. globuliferum* (Bull.) Pers. Es bleibt nach der Ausstreuung der Sporen als eine Kugel mit weißen Kalkknoten voll erhalten. Der Stiel enthält hier ebenso wie bei der vorigen Art Kalk und geht in ein kurzes Säulchen über. Die rötlichbraunen Sporen ( $6\text{--}8\ \mu$ ) sind glatt. Das blaßgelbe Plasmodium lebt im Holz. Die Art ist in Europa selten, dagegen im östlichen Nordamerika häufig. Sie scheint aber in allen Zonen vorzukommen. Auch ein gelbes Plasmodium hat das ebenfalls holzbewohnende *P. viride* Pers. (*Tilmadoche mutabilis* Rost.). Es ist in verschiedenen Formen über alle Zonen verbreitet und erinnert, abgesehen von der gelben Färbung der Peridie und der Kalkknoten, in den Sporen und dem Capillitium ganz an *P. nutans*. Ein lebhaft rotes Plasmodium hat das

ebenfalls holzbewohnende *P. psittacinum* Ditm. Auf zinnoberroten Stielen sitzen rötlich gefleckte, bläulich schillernde Sporangien. Das Capillitium enthält viele eckige rotgelbe Knoten, die Sporen ( $7-8\ \mu$ ) sind rötlichgrau mit feinen Warzen. Es ist in Europa nicht selten, in Nordamerika und den Tropen aber nur vereinzelt gefunden. Von den Arten mit stiellosen Sporangien ist das kosmopolitische *P. cinereum* Pers. in Mitteleuropa die gewöhnlichste. Das weiße Plasmodium lebt auf faulen Blättern und bringt die kleinen grauen mohnkorngroßen Sporangien oft in großen Massen hervor. Das Capillitium führt meist zahlreiche Knoten, die Sporen sind blaß rötlichbraun ( $7-10\ \mu$ ). *P. vernum* Somm. ist ihm sehr ähnlich, hat aber eine mehr kalkige Peridie und größere ( $9-12\ \mu$ ), dunklere Sporen. Es ist eine der Arten, die im Hochgebirge, wie Meylan nachgewiesen hat, im Frühjahr am Rande des schmelzenden Schnees auf den erstikten Kräutern erscheinen. *P. sinuosum* (Bull.) Weinm. erscheint im Herbst auf faulem Laub (Fig. 440 D). Die Fruchtkörper sind geschlängelte, seitlich zusammengedrückte Plasmodiocarpin, die oben in Längsrissen klaffen. Die Peridie besteht aus zwei Schichten, deren äußere kalkreich ist. Capillitium mit zahlreichen Knoten, Sporen stachelig ( $9-10\ \mu$ ), bräunlichviolett. Namentlich in den gemäßigten Zonen verbreitet. Dieselbe Verbreitung zeigt *P. contextum* Pers., das auch auf faulem Laub und Stengeln lebt, aber ein gelbes Plasmodium besitzt. Die gelben Sporangien sind

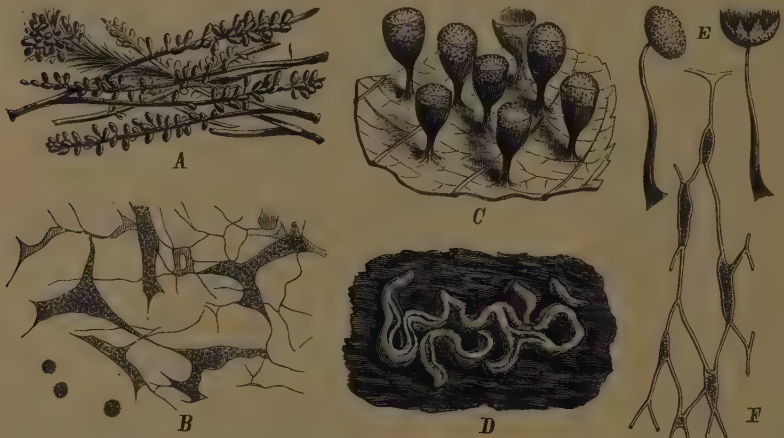


Fig. 440. A, B *Leocarpus fragilis*. A Sporangien. Nat. Gr. B Capillitium (200/1). — C *Craterium leucocephalum*. Sporangien (etwa 6/1). — D *Physarum sinuosum*. Sporangien (6/1). — E, F *Ph. mutans*. E Sporangien (20/1). F Capillitium (200/1). (A, C, D nach Schroeter; B, E, F nach Rostafinski.)

abgerundet, oben oft abgeflacht, so daß ein Deckel angedeutet ist, und werden stets dichtgedrängt angelegt. Das Capillitium führt große, bisweilen ästige Knoten, die Sporen sind stachelig ( $10-13\ \mu$ ) und dunkel. Auch *P. virescens* Ditm., das auf Nadeln und Blättern des Waldbodens in der nördlichen gemäßigten Zone nicht selten vorkommt, hat ein lebhaft gelbes Plasmodium. Die kleinen abgerundeten, dicht gedrängten Fruchtkörper sind gelbgrün, das Capillitium enthält spindelförmige gelbe Knoten, die Sporen sind hellbräunlich ( $7-10\ \mu$ ) und schwach warzig. Ihm entspricht in den Tropen das gelbrote oder ziegelrote *P. lateritium* (Berk.) Morg. mit noch kleineren blassen Sporen ( $6-9\ \mu$ ), das vereinzelt auch in den gemäßigten Zonen vorkommt.

4. **Fuligo** Haller, Hist. Stirp. Helv. III (1768) 110; *Aethalium* Link, Berl. Mag. Diss. I (1809) 42 (Inkl.: *Lignidium* Link, Mag. Ges. Nat. Fr. Berl. III [1809] 24; *Aethaliopsis* Zopf, Pilztiere [1884] 150). Äthalien von Polsterform, die aus vielen verlängerten, verzweigten und durcheinandergewobenen Sporangien bestehen. Die Rinde des Äthaliums besteht aus den sporenlosen, meist kalkführenden abgeplatteten Enden der Sporangien. Capillitium wie bei *Physarum*.

Von den 4 bekannten Arten ist *F. septica* Gmelin (Fig. 426 B, C) über alle Zonen verbreitet. Wegen des häufigen Vorkommens auf Gerberlöhe heißt sie Lohblüte. Die häufigere Form hat ein gelbes Plasmodium, eine gelbe Rinde und gelbe Kalkknoten im Capillitium, in Deutschland findet sich stellenweise nicht selten eine Form (var. *candida* Pers.) mit weißem Plasmodium und entsprechender Färbung der Kalkablagerungen. Die Äthalien werden bisweilen faustgroß. Das Capillitium hat zahlreiche meist spindelförmige Knoten, die Sporen ( $6-8\ \mu$ ) sind fast glatt. *F. muscorum* Alb. et Schweinitz, die viel seltener ist, hat ein Plasmodium von hell fleischroter

Farbe; es lebt im Gegensatz zur ersten meist holzbewohnenden Art auf feuchtem Laube im Waldboden, unter dem Moosrasen von *Polytrichum formosum* oder in Mooren. Bei der Reifung hat es die Gewohnheit hochzuklettern, so daß man die Äthalien an Moosstengeln und an der Unterseite von Brombeerblättern findet. Die Fruchtkörper sind kleiner, oft nur erbsengroß, frisch löwengelb. Capillitium mit großen, eckigen Knoten. Sporen rötlichbraun, groß ( $10-11\ \mu$ ), stachelig. Die Art scheint vorzugsweise europäisch zu sein. In Nordamerika ist sie selten, in den Tropen nur in Ceylon beobachtet. Dagegen findet sich *F. cinerea* (Schweinitz) Morg., die ebenfalls blattbewohnend ist, in allen Zonen. Die kleinen Äthalien haben eine weiße kalkige Rinde, große Kalkknoten und elliptische (etwa  $15 \times 10\ \mu$ ), stachelige Sporen.

5. *Erlonema* Penzig, Myx. Buit. (1898) 36. Die Sporangien sind lang ausgezogene walzige Plasmodiocarprien. Capillitium aus farblosen Fäden mit schmalen spindelförmigen Knoten bestehend.

Die einzige Art, *E. aureum* Penzig, ist aus dem tropischen Asien und Japan bekannt. Die Sporangien hängen oft frei mehrere cm herab. Sporen und Capillitium gleichen ganz denen von *Fuligo septica*, aber das Faserwerk verlängert sich beim Austrocknen nach Art der Arcyrien und zerreißt die Membran.

6. *Cienkowskia* Rost., Vers. (1873) 9. Netzartig verbundene Plasmodiocarprien. Capillitium ein eckiges Netzwerk derber Fäden mit freien hakenartigen Enden.

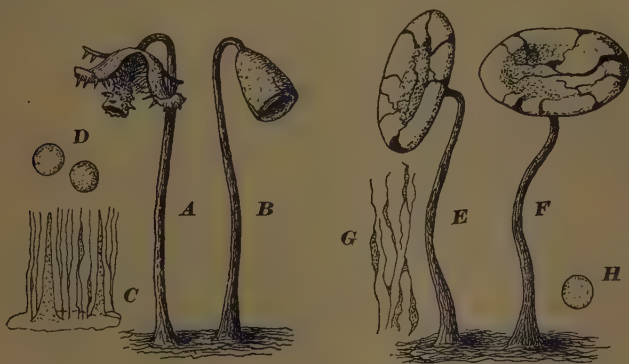


Fig. 441. *Physarella oblonga* (Sammlung H. Bilgram, Philadelphia). A Sporangien aufgesprungen, B geschlossen (12/1). C Capillitium (120/1). D Spore (500/1). — E, F *Trichamphora pezizoidea*. Sporangien (12/1) (Sammlung M. Mücke, Usambara). G Capillitium (250/1). H Spore (500/1). (Alles nach der Natur.)

*C. reticulata* (Alb. et Schw.) Rost., die einzige Art, hat rotgelbe Fruchtkörper ein gelbes Capillitium und große gelbe, quer zur Längsachse stehende Kalkplatten. Sporen violett-bräunlich, schwach stachelig ( $9-12\ \mu$ ). Sie ist vereinzelt in allen Zonen gefunden worden.

7. *Trichamphora* Junghuhn, Fl. Crypt. Jav. (1838) 12. Sporangien scheiben- oder schüsselförmig an einem langen rotbraunen Stiel.

Die einzige Art, *T. pezizoidea* Jungh., ist in den Tropen häufig, aber vereinzelt auch in Frankreich, Deutschland und sogar in Schweden beobachtet. Merkwürdig ist die Variabilität des Capillitiums, das bisweilen *Badhamia*-artig ist, bisweilen überhaupt keine Knoten führt, und der Sporen, die fast glatt und  $9\ \mu$  und stachelig und  $17\ \mu$  groß sein können (Fig. 441 E—H).

8. *Physarella* Peck in Bull. Torr. Bot. Club, XI. (1882) 61. Das Sporangium stellt eine kurze Röhre dar, die man sich durch kelchartige Vertiefung der Schüssel von *Trichamphora* entstanden denken kann. Die Außenwand springt dann mit vier oder mehr Klappen sternartig auf und läßt die Innenwand als eine trompetenartige Röhre zurück.

*P. oblonga* (Berk. et Curt.) Morgan kommt in Nordamerika und im ganzen Tropengürtel vor. Capillitium blaßgelbe Fäden mit schmalen gelben Knoten, außerdem dornartigen Kalkknoten, die der äußeren Peridie aufsitzen. Sporen glatt, rötlichbraun,  $6-8\ \mu$ . Mißbildungen der Sporangien scheinen häufig zu sein (Fig. 441 A—D).

9. *Craterium* Trentepohl in Roth. Cat. Bot. I (1797) 224 (Inkl.: *Iocraterium* Jahn, Hedwigia XLIII [1904] 302). Sporangien gestielt, meist becherförmig mit deutlichem Deckel, oder eiförmig ohne abgesetzten Deckel. Capillitium farblose Fäden mit großen Kalkknoten, oft in der Mitte ein Scheinsäulchen bildend.

Von den 6 unterscheidbaren Arten ist *C. minutum* (Leers) Fries mit meist brauner glänzender Peridie und weißem flachen Deckel wirklich das Bild eines kleinen Kelchglases. Das Capillitium führt große weiße oder gelbliche Knoten, die Sporen sind feinwarzig, violett-braun, 8–9  $\mu$  groß. Das gelbe Plasmodium lebt, ebenso wie das aller andern Arten, auf alten Stengeln und Blättern. Es scheint in den gemäßigten Zonen gewöhnlich und in den Tropen selten zu sein. *C. leucocephalum* Ditmar (Fig. 440 C) trägt meist am obern Teil des Fruchtkörpers Kalkausscheidungen, so daß der Deckel sich von der Peridie weniger deutlich abhebt. Die Sporen gleichen denen der andern Art, das Capillitium besteht aus großen gelben Knoten, die oft in der Mitte eine Pseudocolumella bilden. In der gewöhnlichen Form scheint sie hauptsächlich in Europa vorzukommen. In den Tropen und in Nordamerika wird sie durch eine Form, die auch als besondere Art betrachtet werden kann, *C. cylindricum* Mass. ersetzt. Die dritte in Europa nicht seltene, sonst kosmopolitische Art, *C. aureum* (Schum.) Rost., mit gelben oder grünlichen Sporangien hat überhaupt keinen deutlichen Deckel mehr und bildet einen Übergang zu *Physarum*. Die Knoten sind gelber, die Sporen stacheliger als bei den andern Arten.

10. **Leocarpus** Link in Mag. Ges. Nat. Fr. Berl. III (1809) 25. Die Peridie der eiförmigen Sporangien hat zwei Schichten, eine äußere glänzende, wie wenn sie mit Lack überzogen wäre, die innen Kalkkörnchen führt, und eine innere zarte, die das Capillitium trägt.

Die einzige Art, *L. fragilis* (Dicks.) Rost., hat ein gelbes oder rotgelbes Plasmodium, das vor der Reife emporzuklettern sucht. Die braunen glänzenden Sporangien findet man dann an Moosen, Grashalmen oder Baumrinden dicht aneinander wie Insekteneier an kurzen gelblichen Stielen hängen (Fig. 440 A, B). Das Capillitium enthält große braune ästige Knoten, die Sporen (9–13  $\mu$ ) sind braun und stachelig. Sie ist in Deutschland gemein und scheint durch beide gemäßigte Zonen verbreitet zu sein. In Nordamerika tritt eine Form auf, deren äußere Peridie sich bei der Reife sternartig öffnet. Im eigentliche Tropengürtel scheint die Art zu fehlen.

11. **Diderma** Persoon in Roemer N. Mag. Bot. I (1794) 89; *Chondrioderma* Rost., Vers. (1873) 13 (Inkl.: *Leangium* Link. in Mag. Ges. Naturf. Fr. Berl. II [1809] 26). Sporangienwand meist aus zwei Schichten bestehend, Columella meist vorhanden, Capillitium einfache oder verzweigte Fäden ohne Kalkknoten.

Die 23 Arten, die in der Listerischen Monographie anerkannt werden, lassen sich in 2 Untergattungen, *Eudiderma* und *Leangium*, ordnen, je nachdem die Peridie eine äußere Kalkschicht oder eine äußere Knorpelschicht enthält. Die Untergattung *Eudiderma* umfaßt meist ungestielte Arten mit unregelmäßig zerfallender äußerer Peridie. Die Plasmodien leben sämtlich auf altem Laube oder ähnlichen Substraten. Nicht selten ist *D. spumarioides* Fries, dessen kleine (0,5 mm) weiße Sporangien dicht gedrängt auf einem weißen Hypothallus auf dem Boden oder an Grashalmen sitzen. Die Kalkschicht der Peridie fällt leicht ab, am Grunde sitzt ein weißes oder fleischfarbenes Säulchen, das Capillitium besteht aus schwach geschlängelten bräunlichen Fäden, die sich spitzwinklig trennen und vereinigen, die violett-bräunlichen Sporen (8–11  $\mu$ ) sind stachelig. Gestielt ist das an ähnlichen Orten verbreitete *D. hemisphaericum* Hornem. mit scheibenförmig abgeflachten Sporangien. Die Columella ist rötlich oder bräunlich, die Sporen glatter und (7–9  $\mu$ ) kleiner. *D. effusum* (Schweinitz) Morg. kommt auf den Blättern des Waldbodens meist in Form netzartiger Plasmodiocarpien vor. Die Fasern sind blasser, die Sporen ähnlich denen der vorigen Art. Ihr gleicht in den mikroskopischen Merkmalen *D. testaceum* (Schrader) Pers., deren kleine (0,8 mm) runde niedergedrückte Sporangien mit eierschalentartiger fleischfarbener Peridie oft auf den Blättern alter Komposthaufen erscheinen. All diese Arten scheinen in den tropischen Klimaten ebenso wie in den gemäßigten verbreitet zu sein. Einige Arten sind ausschließlich alpin (*D. Lyallii*, *D. alpinum* u. a.).

Die Vertreter der Untergattung *Leangium* haben eine knorpelige Außenperiode, die sich bei der Reife vielfach zurückkrümmt. Sie führt innen Kalk im Gegensatz zu der häutigen Innenperiode. Die gewöhnlichste, hierher gehörige Art ist *D. radiatum* (L.) Morgan (Fig. 18 D), schon von Linné als *Lycopodon radiatum* beschrieben. Die Form „*radiatum*“ mit strahlig aufspringender Peridie ist seltener als die mit unregelmäßig zerfallender. Die Sporangien sind niedergedrückt oder halbkugelig, grau oder bräunlich, oft mit kurzem, dickem Stiel. An der weißen oder gelblichen Columella sitzt ein dunkles schwärzlich-braunes Capillitium, die Sporen (9–12  $\mu$ ) sind dunkelbraun und feinstachelig. Während diese Art in ihren verschiedenen Formen weit verbreitet zu sein scheint und auch vereinzelt in die Tropen geht, ist *D. floriforme* (Bull.) Pers. wohl auf die nördliche gemäßigte Zone beschränkt. Das Plasmodium scheint vorzugsweise auf Eichenholz zu leben. Die Sporangien sitzen gesellig auf langen braunen Stielen (bis 1 mm) und rollen beim Aufspringen die Peridienzipfel wie Blütenblätter zurück. Das Capillitium dunkel, mit tropfenartigen Verdickungen, Sporen rötlich-braun (8–11  $\mu$ ) mit zerstreuten stumpfen Warzen. *D. Trevelyani* (Grev.) Fries ist dadurch merkwürdig, daß die Kalkkristalle, die der äußern Peridie innen eingelagert sind, hier eine deutliche weiße Zwischenschicht bilden. Beim Aufreißen der Peridie trennen sich diese beiden äußern oft geasterartig von der innern zarten Schicht. Die Columella fehlt meist, das Capillitium ist derber, die Sporen (10–13  $\mu$ ) größer und stacheliger als

bei den andern Arten. Sie kommt auf alten Zweigen zerstreut in den gemäßigten Zonen vor. Dasselbe Bild eines kleinen Geaster, dessen Peridie in 8–20 Lappen aufspringt, gewährt *D. asteroides* Lister. Die Fruchtkörper sind braun und kegelförmig, Capillitium und Sporen stimmen mit *D. radiatum* überein. Bisher ist die Art aus Europa und Nordamerika nachgewiesen.

12. **Physarina** von Höhnelt in Sitzungsber. k. Ak. Wiss. Wien. Math. Nat. Kl. I, CXVIII (1909) 431. Gestielte Sporangien mit zahlreichen stumpfwalzigen dornenartigen Ausstülpungen der Peridie. Capillitium ohne Kalkknoten.

*Physarina echinocephala* v. Höhnelt, die einzige Art, ist zweimal in Java auf alten Blättern gefunden worden. Die Sporangien sind fleischfarben, die äußere Peridie mit den Ausstülpungen ist knorpelig, die innere mit ihr verwachsene häutig. Der gedrungene Stiel setzt sich oben in eine fast kugelige Columella fort. Sporen fast glatt (7–9  $\mu$ ), bräunlich-violett.

## Didymiaceae.

Mit 2 Figuren.

Kalkabscheidungen in Form von Krystallen außen an der Peridie. Capillitium ohne Kalkknoten. Durch *Leptoderma* schließt sich die Familie an *Diachea* an.

### Einteilung der Familie.

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| A. Äthalien . . . . .  | 3. <i>Spumaria</i> .    |
| B. Einzelsporangien.   |                         |
| a. Kristalle vereinzelt neben andern Plasmaausscheidungen auf der häutigen Peridie   | 1. <i>Leptoderma</i> .  |
| b. Kristalle in morgensternartigen Aggregaten, oft zu einer dichten Kruste vereinigt | 2. <i>Didymium</i> .    |
| c. Kristalle zu linsenartigen Scheiben vereinigt . . . . .                           | 4. <i>Lepidoderma</i> . |

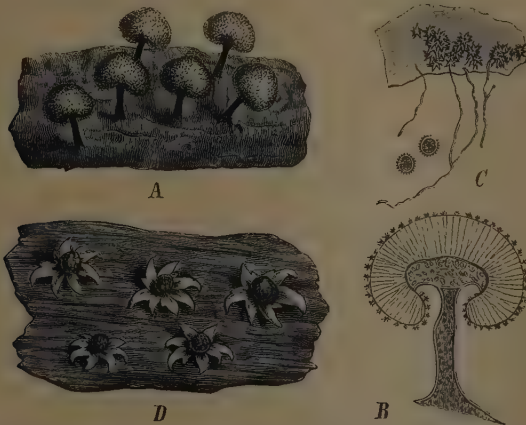


Fig. 442. A–C *Didymium melanosperrum*. A Sporangien (5/1). B Durchschnitt durch das Sporangium (20/1). C Capillitium (300/1). — D *Didymia radiatum* Linné. Geöffnete Sporangien (5/1). (A, D nach Schroeter; B, C nach Rostafinski.)

1. **Leptoderma** G. Lister, Journ. of Bot. LI (1913) tab. 524 (Inkl.: *Wilczekia* Meylan, Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. 56 [1925] 68). Sporangien sitzend, grau oder glitzernd, mit häutiger Peridie, die mit bräunlichen Körnern und Auswurfstoffen und Kalkkristallen bedeckt ist. Columella meist fehlend. Capillitium ein dichtes Netzwerk dunkler Fäden.

Die typische Art, *L. iridescens* G. Lister, ist bisher nur aus Europa bekannt. Die kleinen oben irisierenden Sporangien kommen auf faulem Laub vor. Das Capillitium behält nach dem Verstäuben seine Form. Die Sporen (10–11  $\mu$ ) sind rötlich-grau und stachelig. Eine zweite Art mit mehr eiförmigen Sporangien und reicheren Kalkausscheidungen auf der Peridie hat Meylan im Jura in etwa 1000 m Höhe beobachtet, *L. Evelinae*. Er ist geneigt, in ihr den Typus einer neuen Gattung *Wilczekia* zu sehen.

2. **Didymium** Schrader, Nov. Gen. Plant. (1797) 20 (Inkl.: *Lepidodermopsis* v. Höhnelt, Sitzungsber. Ak. Wiss. Wien, Math. Nat. Kl. I, CXVIII [1909] 439; *Cionium* Ditmar, Sturm, Deutschl. Flora, Pilze III [1817]). Peridie meist häutig, Kalkkristalle auf der Oberfläche meist in sternartigen Gruppen, zerstreut oder zu einer dichten Kruste vereinigt. Capillitiumfäden ohne Kalk, oft mit kleinen spindelförmigen oder ringförmigen Verdickungen. Die Plasmodien sind weiß oder gelb und leben sämtlich in altem Laub oder auf den Rinden alter Bäume.

Es werden etwa 18 Arten unterschieden. Eine der gemeinsten ist *D. difforme* (Pers.) Duby. Man erhält sie fast mit Sicherheit, wenn man Mist von Pflanzenfressern oder alte Kohlstrünke auf Gartenerde in Schalen feucht hält. Die Fruchtkörper sind abgeflacht (0,5–2 mm) oder krustenförmige Plasmodiocarpium. Die Kalkkristalle der Peridie bilden eine ablösbare eierschalenartige Schicht. Capillitium spärlich, flache Fäden mit einigen Querverbindungen, die sich an der Spitze reichlicher gabelig verzweigen. Sporen (11–14  $\mu$ ) sehr feinwarzig, dunkel rötlich-braun. In Europa gemein, in Nordamerika nach Macbride selten. Verwandte Arten auf ähnlichen Substraten sind *D. trachysporum* G. Lister mit stacheligen Sporen und *D. vaccinum* Buchet mit regelmäßigeren kreiselförmigen Sporangien. — Im Gegensatz zu diesen Arten hat *D. complanatum* (Batsch) Rost. eine Peridie mit locker verteilten Kalkkristallen. Das Capillitium steht in Verbindung mit zahlreichen Blasen, die mit gelbgrünen Auswurfstoffen gefüllt sind. Die Sporen (7–9  $\mu$ ), fast

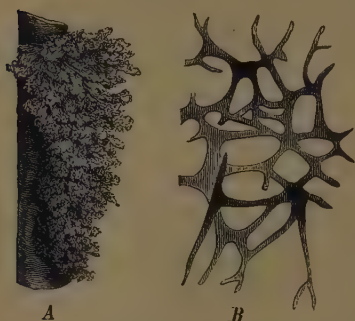


Fig. 443. A. B *Spumaria spongiosa*. A Reife Äthalien. Nat. Größe. B Capillitium (500/1). (B nach Rost.)

glatt, hell rötlich-braun. Die grauen wurmförmigen Plasmodiocarpium sind in Europa auf altem Laub verbreitet, in Amerika sehr selten. Zu den gestielten Arten gehört *D. clavus* (Alb. et Schw.) Rabenh. mit dunklen Stielen und flachen scheibenförmigen Sporangien. Sporen 5–8  $\mu$ , fast glatt. Sie erscheint auf altem Laub und Baumrinden und ist in allen Zonen nachgewiesen. Dagegen scheint *D. melanospermum* (Pers.) Macbr. (Fig. 442 A–C) in den Tropen selten, aber in den gemäßigten Zonen häufig zu sein. Die Sporangien stehen meist so dicht, daß die benachbarten miteinander verwachsen; die Stiele erscheinen meist sehr kurz, weil sie sich in einer nabelartigen Vertiefung des Sporangiums verlieren. Sporen dunkel, dickwandig, 9–12  $\mu$ , mit Warzen, Capillitium derb. Einen hellen Stiel und eine weiße Columella hat das kosmopolitische *D. squamulosum* (Alb. et Schw.) Fries. Die Fruchtkörper sind weiß infolge der Bildung einer lockeren hinfalligen Kalkkruste, die Sporen rötlich-braun (8–11  $\mu$ ) mit gruppenweis vereinigten Stacheln. Einen langen knorpeligen, meist braunen oder rötlichen Stiel hat *D. nigripes* (Link) Fries, das in verschiedenen Formen ebenfalls über alle Waldzonen verbreitet ist. Die Columella ist schwärzlich-braun und im Innern mit Kalkkristallen gefüllt, die blaß-braunen Sporen (8–11  $\mu$ ) sind fast glatt.

3. **Spumaria** Persoon in Gmelin Syst. Nat. (1791) 1466; *Mucilago* ? Adanson, Fam. Pl. II (1763) 7; Morgan, Bot. Gaz. XXIV (1897) 56. Sporangien zu einem Äthallium verbunden. Capillitium aus derben Fäden mit kelchartigen Verdickungen bestehend, Kalkkristalle sternartig vereinigt.

Die gewöhnliche Art, *S. spongiosa* Leysser, scheint vorwiegend in der nördlichen gemäßigten Zone verbreitet zu sein. Die Äthallen sind von einer dicken Kruste von Kalkkristallen bedeckt, die weiß oder zart rötlich und sehr hinfällig ist. Sporen violett (10–13  $\mu$ ), stachelig. Das Plasmodium ist weiß und klettert vor der Reife gern an Halmen empor (Fig. 443 A, B). Eine zweite Art, *S. solida* Sturgis, lebt nicht auf altem Laub, sondern an Holz und Rinde alter Pappeln. Sie hat kleinere (9–11  $\mu$ ) Sporen und polsterförmige, große (3 × 5 cm) feste Fruchtkörper.

4. **Lepidoderma** de Bary in Rost. Vers. (1873) 13. Sporangien mit knorpeliger Peridie. Kalkkrystalle zu Scheiben oder Schuppen vereinigt. Capillitium derb, ohne Kalk.

Die bekannteste der drei beschriebenen Arten ist *L. tigrinum* (Schrader) Rost. Die Sporangien sind halbkugelig und außen mit linsenförmigen, sternartigen oder eckigen Kalkschuppen bedeckt. Das Sporangium ist an der Ansatzstelle des gedrungenen gelbbraunen Stiels nabelartig vertieft. Die Fasern sind dünn, geschlängelt, spärlich verzweigt, die Sporen grau-violett (10–13  $\mu$ ), feinstachelig. Das gelbe Plasmodium lebt in Hochmooren, auf Heiden, in feuchten Kiefernwäldern. Die Art ist in der nördlichen gemäßigten Zone verbreitet, aber meist selten. Die beiden andern Arten mit sitzenden Sporangien (*L. Carestanum* Rost.) und mit Plasmodiocarpium (*L. Chailletii* Rost.) sind alpin.

## 8. Reihe. Margaritales.

Fruchtkörper meist sitzend, mit einfacher durchsichtiger, hautartiger Peridie. Capillitium haarartige, niemals hohle Fäden, z. T. mit angedeuteten oder kräftigen Spiralverdickungen. Sporen hell,  $\pm$  rosa gefärbt. Plasmodien weiß oder rosa. Im Bau der Fruchtkörper, in der Struktur und Färbung der Sporen, in der Farbe des Plasmodiums zeigen sich zweifellos Beziehungen zu den *Enteridiales*.

### Margaritaceae.

Mit 1 Figur.

Mit den Merkmalen der Reihe.

#### Einteilung der Familie.

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| A. Fäden des Capillitiums einfache straffe Haare, die die Grundperidie mit der Deckenperidie verbinden                   | 1. <i>Dianema</i> .      |
| B. Fasern mit undeutlichen Spiralverdickungen, fast frei, sehr verlängert und durcheinandergeschlungen                   | 2. <i>Margarita</i> .    |
| C. Fasern mit deutlichen Spiralverdickungen, derber, vom Grunde aufsteigend, oben verzweigt und an der Peridie befestigt | 3. <i>Prototrichia</i> . |

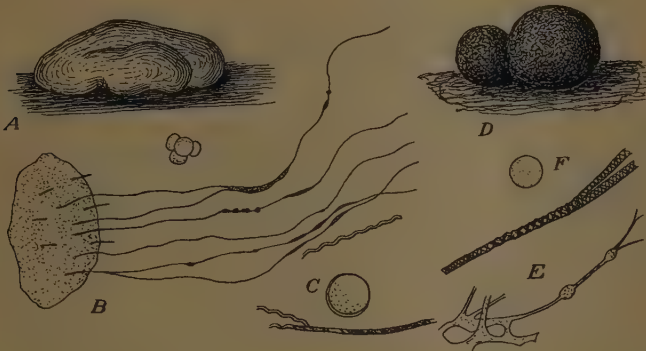


Fig. 444. A *Dianema corticatum*. Fruchtkörper (20/1). B Capillitium (250/1). C Spore (500/1). — D *Prototrichia metallica*. Sporangien (20/1). E Capillitium (250/1). F Spore (500/1). (Zum Teil nach G. Lister.)

1. *Dianema* Rex in Proc. Ac. Nat. Sc. Phil. (1891) 397. Sporangien meist sitzend oder Plasmodiocarprien. Fäden des Capillitiums gerade, haarförmig, meist vom Grunde aufsteigend und an der oberen Peridie befestigt. Peridie meist durchsichtig häutig.

Von den 5 jetzt bekannten Arten ist *D. corticatum* Lister (Fig. 20 A, B, C) dadurch abweichend, daß es eine zweischichtige, innen häutige, außen knorpelige, mit Körnchen besetzte Peridie hat. Auch die Andeutung eines unregelmäßigen Spiralbandes auf den Fasern gibt ihr eine Sonderstellung. Durch den Habitus der Plasmodiocarprien, den Bau der Peridie, das Vorkommen auf Coniferenholz, die Vereinigung der Sporen zu Klumpen von 4 bis 6, die einseitige Bewarzung der Sporen erinnert sie stark an *Enteridium liceoides*. Sporen elliptisch ( $10-15 \mu \times 8-10 \mu$ ), auf der einen Seite mit feinen Warzen. Selten in Europa, Nordamerika und in Queensland. Die übrigen Arten scheinen entweder nivale Formen, wie *D. nivale* (Meylan) Lister, der Alpen zu sein oder Winterformen des atlantischen Klimas. Am häufigsten scheint in Europa noch *D. depressum* Lister zu sein mit glitzernden bräunlich-grauen Plasmodiocarprien, dünnen, pinselartig sich aufspaltenden Fasern und kleinen ( $6-9 \mu$ ), mit einer feinen Netzzeichnung versehenen Sporen.

2. *Margarita* Lister, Mycetozoa (1894) 203. Sporangien sitzend, Peridie durchsichtig, Capillitium ein Knäuel langer elastischer Fäden.

Die einzige Art, *M. metallica* Lister, hat kleine ( $0,5-1 \text{ mm}$ ) kupferig oder grau irisierende, meist kugelige Fruchtkörper. Die langen elastischen Capillitiumfasern sind dicht durcheinander-

geschlungen; an den dicksten Stellen zeigen sie die Andeutung einer zarten spiraligen Verdickung. Sporenmasse frisch rötlich, alt gelblich, die einzelnen farblos; feinwarzig, 8–13  $\mu$ . Auf Holz und Blättern, dem Anschein nach vorwiegend in den gemäßigten Zonen, vereinzelt in den Tropen.

3. **Prototrichia** Rost. Mon. Append. (1876) 38. Sporangien sitzend oder gestielt, Capillitiumfasern ziemlich dick, vom Grunde des Sporangiums aufsteigend, oben sich pinselartig verzweigend, mit deutlichen Spiralverdickungen.

Nur eine variable Art, *P. metallica* (Berk.) Massee. Sporangien (Fig. 444 D, E, F) kugelig, kupferrot, irisierend, Stiel, wenn vorhanden, dick, gelblichbraun. Capillitium rötlichbraun, mit den blassen Spitzen an der oberen Peridie befestigt. Sporen rötlich, feinwarzig, 9–11  $\mu$ . Auf Stengeln und Blättern namentlich im Winter in der nördlichen gemäßigten Zone und in Tasmanien.

## 9. Reihe. Trichiales.

Capillitium aus hohlen Röhren bestehend, Sporen hell, gelb oder rot. Den Anschluß an die niederen Formen vermittelt wohl die Gattung *Lycogala*.

### Übersicht über die Familien.

- A. Fasern selten frei, meist zu einem weitmaschigen Netzwerk vereinigt, selten glatt, meist mit Warzen, Dornen, Halbringen oder Höckern versehen . . . . . **Acyriaceae.**
- B. Fasern frei oder zu einem Netz vereinigt, stets mit spiraligen oder ringförmigen Verdickungen . . . . . **Trichiaceae.**

## Acyriaceae.

Mit 1 Figur.

Sporangien sitzend oder gestielt. Capillitium meist reichlich, aus hohlen Röhren bestehend, selten glatt, meist mit Warzen, Halbringen, Dornen oder Höckern versehen.

### Einteilung der Familie.

- A. Capillitium glatt, Sporen in Klumpen, Sporangien äthalienartig gehäuft . . . . . 1. **Minakatella.**
- B. Capillitium mit Warzen versehen. Sporangien sitzend, zartwandig, äthalienartig dicht gehäuft . . . . . 2. **Lachnobolus.**
- C. Capillitium mit Einschnürungen, Dornen oder Warzen, Peridie zweischichtig, Sporangien abgeflacht oder Plasmodiocarpien . . . . . 3. **Perichaena.**
- D. Capillitium beim Austrocknen sich ausdehnend, die zarte Peridie zerreißen. Sporangien gestielt. . . . . 4. **Arcyria.**

1. **Minakatella** G. Lister in Journ. Bot. LIX (1921) 92. Sporangien sitzend,  $\pm$  zu einem Äthaliun vereinigt. Röhren des Capillitiums glatt.

Monotypisch. *M. longifila* G. Lister ist nur einmal auf der Rinde eines lebenden Baumes in Japan beobachtet worden. Fruchtkörper ziegelrot. Da die Wände der benachbarten Sporangien teilweise aufgelöst sind, kann man hier von einem echten Äthaliun reden. Capillitium ein Knäuel glatter rötlicher abgeflachter Fäden. Sporen rot, zu Klumpen von 8–14 vereinigt, (10–11  $\mu$ ) stachelig.

2. **Lachnobolus** Fries, Fl. Scan. (1835) 356. Sporangien sitzend, zu äthalienartigen Haufen vereinigt oder dicht gedrängt nebeneinander sitzend, Capillitium mit Warzen besetzt.

*L. congestus* (Sommerf.) Lister, die einzige Art, hat kupferrote, abgeblaßt hell ockerfarbene Fruchtkörper. Das reichliche Capillitium besteht aus ziemlich breiten (bis 8  $\mu$ ) dicht mit Warzen besetzten Fäden, die an der häutigen Peridie sitzen. Die Sporen (6–8  $\mu$ ) sind feinwarzig. Das meist rosenrote Plasmodium lebt in faulem Holz. Nur aus Europa bekannt.

3. **Perichaena** Fries, Symb. Gast. (1817) 11 (Inkl.: *Ophiotheca* Currey, Quart. Micr. J. II [1854] 240). Sporangien niedergedrückt, mit zweischichtiger Peridie, bei einzelnen Arten mit deutlichem Deckel, bei anderen Plasmodiocarpien. Capillitium oft spärlich, mit Stacheln oder Warzen.

Von den 7 Arten, die jetzt unterscheidbar sind, ist wohl die gewöhnlichste *P. corticalis* (Batsch) Rost. Sie ist sehr vielgestaltig. In der gewöhnlichen Form sind es flache schüsselförmige, oft verlängerte, rotbraune oder nußbraune Sporangien mit flachem Deckel. Die äußere

Peridie ist bisweilen weiß durch eingelagerte Kristalle von Kalziumoxalat. Das gelbe Capillitium zeigt unregelmäßige Höcker, Warzen und Einschnürungen, die Sporen ( $10-14 \mu$ ) sind gelb und feinwarzig. Sie kommt auf alter Borke, namentlich derjenigen der Pappeln, und auf altem Holz in Europa häufig vor; sie ist in allen Zonen beobachtet, scheint aber außerhalb des europäischen Waldgebiets viel seltener zu sein. Ihr steht nahe *P. liceoides* Rost. mit kleineren ( $0,3 \text{ mm}$ ) Sporangien, die nicht selten in Mistkulturen erscheinen und von Cienkowski unter dem Namen *Licea pannorum* bei seiner bekannten Untersuchung über die Bildung der Plasmodien 1863 benutzt worden ist. Auch *P. depressa* Libert mit reichlichem Capillitium und kleineren Sporen, die in ganz flachen, vieleckig gegeneinander abgegrenzten Sporangien sitzen, steht der ersten Art nahe. Sie kommt auf demselben Substrat vor und ist in den Tropen weiter verbreitet. *P. chrysosperma* (Curr.) Lister (Fig. 445 A, B) hat ein dorniges Capillitium und kleine ( $8-10 \mu$ ) Sporen. Die Deckelbildung fehlt hier; die Sporangien sind rundlich, bisweilen gestielt, oft Plasmodiocarpien. Sie ist kosmopolitisch, in Deutschland erscheint sie meist auf altem Wurzelholz.



Fig. 445. A, B *Perichaena chrysosperma*. A Plasmodiocarpium (etwa  $3/1$ ). B Capillitium und Sporen ( $300/1$ ). — C *Cornuvia Serpula* Wig. Capillitium und Sporen ( $400/1$ ). — D—F *Arcyria nutans* Bull. D, E Sporangien (D etwa  $3/1$ , E etwa  $15/1$ ). F Capillitium und Spore ( $400/1$ ). (Nach Schroeter; C nach Rostafinski.)

Bei *P. vermicularis* (Schweinitz) Rost. finden sich ebenfalls meist nur Plasmodiocarpien. Die Peridie ist häutig und läßt nur am Grunde die Zweischichtigkeit erkennen, Capillitium reichlich, mit feinen Warzen, ebenso die gelben Sporen ( $10-15 \mu$ ). Auf alten Stengeln und Blättern in der nördlichen gemäßigten Zone, selten in den Tropen.

4. *Arcyria* Wiggers, Fl. Holsat. (1780) 109 (Inkl.: *Arcyrella* Racib., Rozpr. Mat. Przryr. Ak. Krak. XII [1884] 82; *Heterotrichia* Masee, Mon. [1892] 140). Sporangien gestielt. Das Fasernetz streckt sich beim Austrocknen und zerreißt die obere hinfallige Peridie, die untere bleibt als Becher zurück. Die Verdickungen des Capillitiums sind Halbringe, Höcker oder Dornen, vereinzelt daneben noch mehrere Spiralen.

Von den 16 Arten, die jetzt von Frl. Lister anerkannt werden, ist auf Holz *A. denudata* (L.) Wettst. mit schönen, frisch purpurroten Sporangien in allen Zonen verbreitet. Die Halbringe und Höcker des rötlichen Capillitiums sitzen in einer Spirale, die Sporen sind klein ( $6-8 \mu$ ). *A. nutans* (Bull.) Grev. (Fig. 445 D, E, F), die auf Holz ebenfalls in allen Waldgebieten beobachtet ist, hat ein ockergelbes Fasernetz von noch größerer Streckungsfähigkeit, das sich auf das Fünffache der ursprünglichen Länge ausdehnen kann. Seltener, aber ähnlich weit verbreitet ist *A. Oerstedtii* Rost., deren dunkel karminrote Sporangien sich ähnlich verlängern wie die von *A. nutans*. Dagegen ist *A. stipata* (Schwein.) Lister eine der Arten mit weniger elastischem Faserwerk. Bei ihr treten auf den Fasern neben den spiralg angeordneten Höckern und Querleisten noch 3 oder 4 Spiralbänder hervor. Ihre Farbe ist kupferrot oder rotbraun. Sie scheint in

Amerika und den Tropen häufiger als in Europa zu sein. Auch bei der gewöhnlichen Form von *A. cinerea* (Bull.) Pers. tritt beim Austrocknen nur eine geringe Vergrößerung der Sporangien ein. Die Fasern des Netzwerks sind hier grau und neben den Querleisten mit Warzen besetzt. Die Sporen ( $6-8\ \mu$ ) haben die Größe der meisten Arten. Sie ist kosmopolitisch und kommt nicht nur auf Holz, sondern auch auf Rinden und Blättern vor. *A. ferruginea* Sauter weicht von den andern Arten durch größere Sporen ab. Ihre schönen ziegelroten Fruchtkörper haben ein stark streckungsfähiges Netz, dessen Fasern außer den Leisten und Höckern eine Netzzeichnung besitzen. Die Sporen ( $8-11\ \mu$ ) sind rötlich und sehr fein punktiert. Auf Holz in Europa im Spätherbst; in den gemäßigten Zonen verbreitet.

## Trichiaceae.

Mit 1 Figur.

Das Capillitium besteht aus hohlen Röhren, die frei enden (Elateren) oder zu einem Netzwerk verbunden sind. Verdickungen in Form von Spiralen oder Ringen.

### Einteilung der Familie.

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| A. Capillitium spärlich, Spiralverdickungen undeutlich . . . . . | 1. <i>Oligonema</i> .   |
| B. Spiralverdickungen deutlich.                                  |                         |
| a. Capillitium ein Netzwerk . . . . .                            | 3. <i>Hemitrichia</i> . |
| b. Freie Elateren . . . . .                                      | 4. <i>Trichia</i> .     |
| C. Capillitium ein Netzwerk mit Ringverdickungen . . . . .       | 2. <i>Cornuvia</i> .    |

1. *Oligonema* Rost., Mon. (1875) 291 (Inkl.: *Calonema* Morgan in Journ. Cinc. Soc. Nat. Hist. XVI [1893] 27. Fruchtkörper klein, äthalienartig gehäuft. Capillitium spärlich, ein Netzwerk oder freie Elateren, Sporen mit Netzzeichnung.

Die gewöhnlichste der 3 bekannten Arten ist *O. nitens* (Libert) Rost. Die kleinen gehäuft Sporangien sind ockergelb, die Elateren kurz mit abgestumpften Enden, undeutlichen Spiral- und gelegentlich mit Ringverdickungen. Sporen gelb ( $11-16\ \mu$ ), mit unregelmäßiger Netzzeichnung. In der nördlichen gemäßigten Zone auf alten Zweigen, namentlich solchen, die im Wasser gelegen haben. Bei *O. aureum* Morgan, die nur aus Nordamerika bekannt ist, sind die Elateren stets zu einem Netzwerk vereinigt.

2. *Cornuvia* Rost., Vers. (1873) 15. Capillitium ein Faserwerk mit ringförmigen Verdickungen.

Die einzige Art, *C. Serpula* (Wigand) Rost., hat sitzende gelbe Sporangien, eine dünnhäutige Peridie, ein gelbes Capillitium mit regelmäßigen Ringen und Sporen ( $10-12\ \mu$ ) mit Netzverdickung (Fig. 445 C). Sie ist in Europa auf Eichenlohe selten beobachtet und in den Tropen einige Male auf Blättern gefunden.

3. *Hemitrichia* Rost., Vers. (1873) 14; *Hemiarocyria* Rost., Mon. (1875) 261. Capillitium ein Netzwerk hohler Fasern mit 2 bis 6 Spiralverdickungen, das sich beim Austrocknen  $\pm$  ausdehnt. Die Gattung ist künstlich. Die Arten sind nicht unter sich verwandt, sondern nur Entwicklungsstufen der verschiedenen Arten von *Trichia*.

Von den 10 bekannten Arten ist wohl die gewöhnlichste (Fig. 446 C, D) *H. clavata* (Pers.) Lister, die auf altem Holz in den gemäßigten und tropischen Gebieten vorkommt. Sporangien keulenförmig mit ockergelber Peridie, deren oberer Teil von dem auseinandergehenden Capillitium meist zerrissen wird. Capillitium mit 4-5 deutlichen Spiralverdickungen, Sporen ockergelb ( $8-10\ \mu$ ), feinwarzig. Fast ebenso häufig ist *H. vesparium* (Batsch) Macbr. mit gestielten dicht gedrängten oder gruppenweis vereinigten, rothbraunen Sporangien. Das rote Capillitium trägt außer 3-5 Spiralbändern zahlreiche Dornen. Sporen ( $10-11\ \mu$ ) rötlich, fein punktiert. Sitzende braungelbe Sporangien hat *H. Karstenii* (Rost.) Lister. Die Peridie ist derb und besteht aus 2 Schichten, die gelben feinwarzigen Sporen sind  $9-15\ \mu$  groß. Sie ist nahe verwandt mit *Trichia contorta* und namentlich in den gemäßigten Zonen verbreitet. Plasmodiocarpium besitzt *H. serpula* (Scop.) Rost., die in den Tropen und in Nordamerika häufig, in Mittel- und Westeuropa selten ist. Das gelbe Capillitium trägt 3-4 Spiralbänder und Dornen. Die Sporen ( $10-12\ \mu$ ) zeigen eine Netzverdickung mit weiten Maschen.

4. *Trichia* Haller, Hist. Stirp. Helv. III (1768) 114. Peridie häutig oder knorpelig, Elateren frei, zugespitzt, mit 2 bis 5 Spiralbändern.

Die 14 Arten, die sicher anerkannt sind, erscheinen meist auf faulem Holz. In allen Waldgebieten der gemäßigten Zone gemein ist *T. varia* Pers. (Fig. 446 B) mit sitzenden oder kurzgestielten, gelben oder ockerfarbenen Fruchtkörpern. Sie ist leicht an den 2 Spiralbändern der

Elateren zu erkennen. Sporen groß (11–16  $\mu$ ), ockergelb, feinwarzig. *T. contorta* (Ditm.) Rost. mit dunkelbraunen, meist sitzenden, leicht übersehbaren Sporangien ist diejenige Art, die gelegentlich auch auf Rinden und Dung von Pflanzenfressern erscheint. Die Spiralbänder der Elateren sind oft undeutlich, die Sporen (10–14  $\mu$ ) gelb und feinwarzig. Ihr steht *Trichia alpina* Meylan nahe, die in den Hochgebirgen auf Stengeln und Blättern vorkommt. Der roten *Hemitrichia vesparium* entsprechen rote Trichien, von denen *T. botrytis* Pers. ihr auch in der Vereinigung der Fruchtkörper zu Gruppen gleicht. Sporangien lang gestielt, zu 5–8 verwachsen, Elateren lang zugespitzt, bräunlich, Sporen feinstachelig (9–11  $\mu$ ), gelblich. Besonders in der nördlichen gem. Zone verbreitet. Der *Hemitrichia clavata* entspricht genau *T. decipiens* (Pers.) Macbr. mit langgestielten Sporangien, zugespitzten Elateren und gelben, meist fein punktierten (9–12  $\mu$ ) Sporen. Sie kommt auf Holz in den gemäßigten Zonen vor. Das herauskommende Plasmodium ist meist schön rosenrot gefärbt. Sporen mit Netzzeichnungen haben verschiedene Arten, die früher als *T. chrysosperma* DC. zusammengefaßt wurden. Von diesen ist in der nördlichen gemäßigten Zone im Spätherbst häufig *T. scabra* Rost. mit orangefarbenen Sporangien und Sporen. Diese tragen ein sehr feines Netz mit niedrigen Leisten (9–12  $\mu$ ). *T. persimilis* Karst. hat gelbbraune Sporangien und ebensolche Sporen. Die Netzleisten auf den Sporen sind niedrig und unregelmäßig. Die gold-

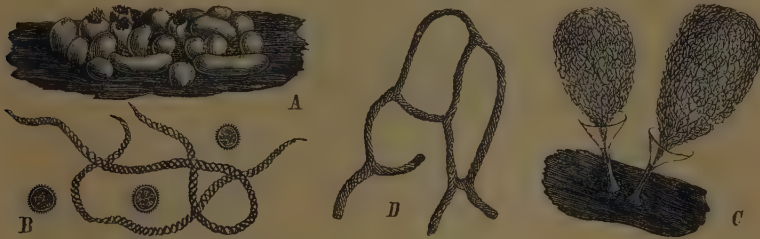


Fig. 446. A, B *Trichia varia* Pers. A Sporangien (5/1). B Capillitium und Sporen (400/1). — C, D *Hemitrichia clavata* Pers. C Sporangien (20/1). D Capillitium (400/1). (Nach Schroeter.)

gelbe *T. affinis* hat breite und hohe (1  $\mu$ ) Leisten auf der Sporenoberfläche. Alle diese Arten sind in den gemäßigten Zonen gewöhnlich, fehlen den Tropen aber meist. Nur eine gestielte gelbe Art, *T. verrucosa* Berk., ebenfalls mit hohem Leistennetz auf der Sporenoberfläche (13–16  $\mu$ ), scheint auch in den Tropen verbreitet zu sein.

## Anhang zu den Myxomyceten.

### Chlamydomyxa.

**Literatur:** W. Archer, On *Chlamydomyxa labyrinthoides* n. g. n. sp., a new Freshwater Sarcodic Organism. Quart. J. Mic. Sc. N. S. XV (1875) 107. — P. Geddes, Observations on the Resting State of *Chlamydomyxa labyrinthoides* Arch. Ibidem. XXII (1882) 30. — E. Ray Lankester, *Chlamydomyxa montana* n. sp., one of the Protozoa Gymnomyxa. Ibidem. XXXIX (1896) 233. — G. Hieronymus, Zur Kenntnis von *Chlamydomyxa labyrinthoides* Arch. in Hedwigia XXXVII (1898) 1; Bemerkungen über *C. labyrinthoides* Arch. und *C. montana* Lank. Ibidem. XLIV (1905) 137. — E. Penard, Étude sur la *Chlamydomyxa montana*. Arch. f. Protistenk. IV (1904) 296.

**Merkmale.** Chlorophyllführende Organismen, im beweglichen Zustand ein nackter plasmodienähnlicher Körper mit fadenförmigen Pseudopodien, im unbeweglichen Zustand mit einer Zellulosemembran umgeben. Fortpflanzung durch Schwärmer, deren Schicksal unbekannt ist.

**Vegetationsorgane.** *Chlamydomyxa* kommt in enzystiertem Zustande in den großen Zellen der *Sphagnum*-Blätter, in *Hypnum*-Rasen oder in toten Zellen der Grasblätter vor. Die Hülle der Zysten besteht aus Zellulose. Ihre gelbgrüne bis olivgrüne Färbung verdanken sie zahlreichen Chromatophoren von ovaler Gestalt. Diese lassen nichts von einer Membran oder besonderen Innenkörpern erkennen, können also nicht als kommensale Algen gedeutet werden. Als Degenerationsprodukt erscheint in alten oder dem Sonnenlicht zu sehr ausgesetzten Zysten eine rötliche fettartige Substanz. Einige Autoren behaupten, daß die Zysten assimilieren und wachsen. Überzeugende Beobachtungen liegen

darüber aber nicht vor. Jedenfalls sieht man innerhalb der Hülle oft Diatomeenschalen oder andere Nahrungsreste liegen und kann auch die Ansammlung von Exkretstoffen beobachten.

Unter günstigen Bedingungen verlassen die Amöben die Hülle. Sie entwickeln jetzt zarte Pseudopodien und nehmen Nahrung auf, unter Umständen verhältnismäßig große Algen, besonders Diatomeen. An einer ausgebreiteten Amöbe kann man eine farblose Außenschicht unterscheiden, von der die Pseudopodien ausgehen, und eine Innenschicht, die durch die zusammengeballten Chromatophoren grün gefärbt ist. Im Außenplasma sollen nach Penard langsam pulsierende Vakuolen zu beobachten sein, in den Plasmaströmen nach Hieronymus Kristalle von Kalziumoxalat, die nach der Entfaltung

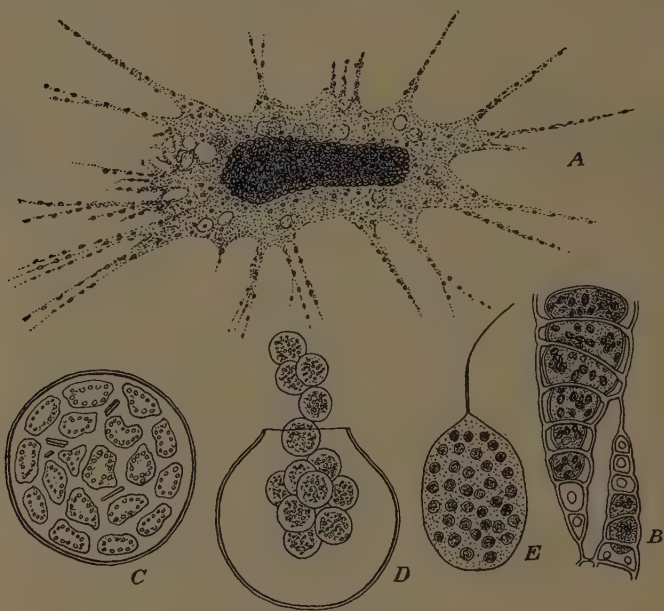


Fig. 447. *Chlamydomyxa labyrinthoides*. A Plasmodium mit ausgestreckten Scheinfüßen, in ihnen die spindelförmigen Körperchen, in der Mitte die Chromatophoren. B Cysten in den Zellen von Sphagnum (620/1). — C *Ch. montana*. Vermehrungscyste. Zerfall des Inhalts. D Ausschlüpfen der Sekundärceysten (350/1). E Schwärmer mit Geißel (750/1). (A und B nach Hieronymus; C–E nach Penard.)

ausgestoßen werden. Die dünnen, wenig verzweigten und nach Penard sogar etwas biegsamen Pseudopodien entstammen dem Außenplasma, enthalten also niemals Chromatophoren, wohl aber eigentümliche glänzende Körnchen, die allen Beobachtern aufgefallen sind. Sie sind spindelförmig, etwa  $2\ \mu$  lang, stark lichtbrechend; auf der Oberfläche der Pseudopodien werden sie langsam ein- und auswärts bewegt. Sie sind von derber Beschaffenheit, halten auch Farbstoffe, wie Hämatoxylin, etwas fest, sie sind aber doch deformierbar. Wenn die Scheinfüße durch irgendeinen Zwang zum Rückzug gezwungen werden, beobachtet man eine Abrundung der Spindeln, und im Plasma kann man sie auch als runde Körnchen oft in Ketten liegend wahrnehmen. Über ihre Bedeutung sind nur Vermutungen geäußert worden. Die Kerne sind durch das Plasma gleichmäßig verteilt. Sie sind zwischen  $2,5$  und  $3\ \mu$  groß und enthalten in der Mitte einen Nucleolus. Über ihre Teilung sind zuverlässige Angaben nicht vorhanden.

**Ruhezustände.** Für die Überwinterung scheinen Zysten mit besonders derber, mehrschichtiger Wand bestimmt zu sein.

**Fortpflanzung.** Die Annahme von Hieronymus, daß die Entwicklung einfach von einkernigen Amöben ausgehe, die durch fortgesetzte Einschnürung vielkerniger Amöben entstanden seien, ist unwahrscheinlich. Dagegen hat schon Archer die Beobachtung gemacht, daß der Inhalt der Zysten gelegentlich in eine beträchtliche Zahl gleich großer Teile zerfällt. Über ihr weiteres Schicksal verdanken wir Penard einige Angaben. Er sah an einem Standort bei Genf, den er monatelang beobachtet hatte, im März ebenfalls die simultane Teilung des Zysteninhalts. Die Teile rundeten sich ab und bildeten Sekundärzysten von etwa  $18\ \mu$  Durchmesser. Nach Zerreißen der Zystenwand wurden diese Kugeln frei und lagen kurze Zeit ruhig. Dann schlüpft aus jeder dieser Sekundärzysten eine Plasmakugel, an der man sogleich eine zarte, etwa körperlange Geißel bemerkt. In den Tochterzysten glaubt er stets 2 Kerne, in den Schwärmern manchmal 2, aber auch 3 und nur einen Kern bemerkt zu haben. Chromatophoren sind überall in großer Zahl vorhanden. Die weitere Entwicklung ist unbekannt.

**Verwandtschaft.** Wenn dieser seltsame Organismus hier im Anschluß an die Myxomyzeten aufgeführt wird, so soll damit durchaus nicht gesagt sein, daß sicher eine verwandtschaftliche Beziehung vorhanden ist. Penard ist zwar für diesen Gedanken eingetreten, doch lassen das Vorkommen echter Chromatophoren, der spindelförmigen Körperchen, das Aussehen der Schwärmer und die Form der Pseudopodien keinerlei Vergleich zu. Auch die Kerne sind kleiner als bei den Myxomyzeten. Dagegen haben Geddes und Hieronymus auf Algen, dieser besonders auf Chrysomonadinen und Phaeophyceen verwiesen. Diesen Hinweis könnte man heute mit Rücksicht auf das Vorkommen von Öl in Verbindung mit den Chromatophoren und deren gelbliche Farbe dahin verbessern, daß vielleicht Beziehungen zu den Heterokonten vorhanden sind. Die Bohlinsche *Chloramoeba*, die als Angehörige dieser Reihe betrachtet werden muß, deutet wohl eine plasmodiale Entwicklungstendenz innerhalb der Heterokonten an.

#### Chlamydomyxa Archer a. a. O.

Es sind 2 Arten der Gattung beschrieben. Die eine, *C. labyrinthuloides* Arch., ist in Irland und in Deutschland in Torfmooren gefunden. Sie führt angeblich auch im Plasma ein grünes Pigment, hat größere Chromatophoren ( $5,5\ \mu$ ) und größere spindelförmige Körper; ihre Amöben entwickeln ein reichverzweigtes Netz von Scheinfüßen. Die andere Art, *C. montana* Lankester, von Lankester und Penard in den Alpen in Torfsümpfen gefunden, soll kein Plasmapigment haben, kleinere Zysten bilden, die Pseudopodien weniger ausbreiten und kleinere Chromatophoren und Spindelkörper besitzen.

## Register zu Band 2.

Die mit einem Stern versehenen Namen sind Synonyme.

- Acanthodium** Kofoid 15, 24, 35, 99  
**Acanthogonyaulax** Kofoid 86  
**Achnanthaceae** 203, 269  
 \***Achnanthella** Gaill. 269  
**Achnanthes** Bory 119, 122, 125, 176, 187, 188, 191, 194, 195, 269  
**Achnanthidium** Kützing 270  
**Achnanthosigma** Reinh. 281, 284  
**Achrada** Lohmann 34, 69, 70  
**Actinella** Lewis 179, 268, 269  
 \***Achnanthes** Ehrenberg 234, 303  
**Actinoclava** O. Müller 222, 223  
**Actinoclavineae** 222  
**Actinocyclus** Ehrbg. 226  
**Actinodictyon** Pant. 221  
**Actinodiscoideae** 201, 214  
**Actinodiscus** Grev. 216  
 \***Actinogonium** Ehrbg. 221  
 \***Actinogramma** Ehrbg. 222  
 \***Actinoneis** Cleve 270  
**Actinoptychaeae** 218  
**Actinoptychus** Ehrbg. 122, 198, 219, 220  
 \***Actinosphaeria** Shadb. 219  
**Adiniferae** 33, 36  
 \***Aethaliopsis** Zopf 328  
**Aethalium** Link 328  
**Agrosphaera** Lo Bianco 50  
 \***Alloioneis** Schum. 274, 282  
**Allonitzschia** A. Mann 297  
**Alwisia** Berkeley 309, 317  
**Amaurochaetaceae** 321  
**Amaurochaete** Rostafinski 305 bis 307, 309, 321  
**Amblyamphora** Cleve 290  
**Amphicampa** Ehrbg. 267, 283, 292  
**Amphiceratium** Vanhöffen 94  
**Amphidinium** Clap. et Lachm. 21, 31, 33, 41, 71  
**Amphidoma** Stein 34, 37  
**Amphilothaceae** 34, 68  
**Amphilothales** 32, 33, 68  
**Amphilothus** Kofoid 34, 68, 69  
**Amphipentas** Ehrbg. 240  
**Amphipleura** Kütz. 113, 129, 280  
**Amphiprora** Cleve 119, 187, 272, 283  
**Amphisolenia** Stein 14, 34, 77, 78  
**Amphisoleniaceae** 34, 77  
**Amphitetras** Ehrbg. 124, 162, 163, 239  
 \***Amphitrite** Cleve 283  
**Amphitropis** Pfützer 283  
**Amphora** Ehrbg. 119, 134, 136, 187, 289  
**Amphoropsis** Grunow 283  
 \***Amylax** Meunier 85  
**Anaulax** Ehrbg. 182, 247  
 \***Ancyrophorus** Raunkiär 323  
 \***Angioridium** Greville 327  
**Anisodiscus** Pant. 213  
 \***Anomoioneis** Pfützer 194, 274, 276  
**Anorthoneis** Grunow 271  
**Antelminella** Schütt 109, 142, 198, 199, 211  
**Anthodiscus** Grov. et St. 215, 216  
**Apodinium** Chatton 34, 55, 58, 59  
**Arachnoidiscus** Ehrbg. 161 bis 163, 215, 216  
 \***Arachnula** Cienk. 312, 314  
 \***Arcyrella** Rasiborski 335  
**Arcyria** Wiggers 335  
**Arcyriaceae** 334  
**Ardissonia** de Not. 125, 266  
**Argonauta** G. K. 243  
 \***Aristella** Kütz. 303  
 \***Arthrodemus** Ehrbg. 303  
**Asterionella** Hass. 131, 180, 196, 197, 267  
 \***Asterodiscus** Johns. 221  
**Asterolampra** Ehrbg. 122, 221  
**Asterolampridae** 221  
**Asteromphalus** Ehrbg. 134, 199, 222  
**Atelodinium** Chatton 34, 56, 66  
**Athecatales** 33, 36  
**Attheya** West 236  
 \***Aulacocystis** Hass. 280  
**Aulacodiscidae** 224  
**Aulacodiscus** Ehrbg. 120—122, 124, 143, 224  
 \***Aulacosira** Thw. 205  
**Auliscus** Ehrbg. 288, 229  
**Auricula** Castr. 136, 187, 272, 283  
**Bacillaria** Gmel.? 114, 125, 179, 180, 192, 193, 294  
**Bacteriastrium** Lauder 115, 131, 132, 155, 156, 167, 199, 234  
**Badhamia** Berkeley 306, 308, 326, 327  
 \***Bangia** Lyngby 274  
**Barbeyella** Meylan 325  
 \***Bacteria** van Heurck 250  
**Baxteriopsis** G. K. 249, 250  
**Bellerochea** van Heurck 238  
**Berghiella** Kof. et Wich. 34, 72  
**Bergonia** Temp. 229  
 \***Berkeleya** Gaill. 280  
**Bibliarium** Ehrbg. 251  
 \***Biceratium** Vanhöffen 94  
**Biddulphia** Gray 120, 122 bis 124, 143, 157, 158, 160, 161, 168—170, 172, 174, 198, 199, 200, 241  
**Biddulphiaceae** 202, 233  
**Biomyxa** Leidy 312, 314  
**Biraphideae** 272  
**Blastodiniaceae** 23, 34, 54  
**Blastodinium** Chatton 24, 25, 34, 56, 60  
**Blepharocysta** Ehrbg. 20, 35, 101  
 \***Brachysira** Kütz. 278  
**Brebissonia** Grun. 135, 187, 194, 195, 280  
**Brefeldia** Rostaf. 322  
**Brightwellia** Ralfs 214  
**Bruniopsis** G. K. 217, 218  
**Calamphora** Cleve 290  
 \***Calodiscus** Rabenh. 299  
 \***Caloneis** Cleve 274, 276  
 \***Calonema** Morgan 336  
**Campylodiscus** Ehrbg. 299  
**Campyloneis** Grunow 270, 271  
**Campylosira** Grunow 265  
 \***Campylostilus** Shadb. 265  
 \***Castracania** de Toni 251  
**Catenula** Mereschk. 272, 291  
**Cenchridium** Ehrbg. 16, 33, 37

- Centrales** 203  
 Centrodinium Kofoid 34, 94, 95  
 \*Centrodiscus Pant. 300  
 Centronella M. Voigt 266  
 Centroporus Pant. 206, 207  
 Cerataulina Perag. 156, 157, 197, 244, 245  
 \*Ceratulus Ehrbg. 143, 242  
**Ceratiaceae** 34, 91  
 Ceratiomyxa Schroeter 306, 307, 315  
**Ceratiomyxaceae** 315  
 Ceratium Schrank 21, 23—28, 30, 31, 34, 92, 93  
 \*Ceratium Albert. et Schwein. 315  
 \*Ceratohorris Daday 98  
**Ceratocoryaceae** 35, 98  
 Ceratocorys Stein 15, 35, 98, 99  
 Ceratoneis Ehrbg. 267  
 Ceratophora Pant. 246  
 \*Ceratophorus Diesing 89, 92  
 \*Cercaria Michaelis 38  
 \*Cestodiscus Grev. 213  
 Chaetoceras Ehrbg. 110, 115, 116, 120, 122—125, 137, 138, 153—156, 161, 162, 165—168, 170, 182, 197, 198, 200, 234, 301, 302  
**Chaetoceratoideae** 233  
 \*Chalubinskia Woloszyńska 89  
 Cheloniodiscus Pant. 230  
 Chlamydomyxa Archer 337 bis 339  
 Chloramoeba Bohlin 339  
 \*Chondrioderma Rostafinski 330  
 Chrysanthemodiscus A. Mann 206, 207  
 Chuniella G. K. 296  
 Chytridium Chatton 31, 34, 56, 64  
 Cienkowskia Rostaf. 329  
 \*Cilioflagellata Clap. et Lachm. 35  
 \*Cionium Dittmar 332  
 Cistula Cleve 279  
 Citharistes Stein 20, 34, 76  
 Cladogramma Ehrbg. 215  
 \*Cladomphalus Bail. 303  
**Cladopyxiaceae** 35, 99  
 Clastoderma Blytt 324  
 \*Clathrocysta Stein 84  
 \*Clathroptychium Rostaf. 317  
 \*Claustria Fries 327  
 Clavicula Pant. 267  
 Clavularia Grev. 296  
 \*Climacidium Ehrbg. 267, 292  
 Climacodium Grun. 237  
 Climaconeis Grun. 256  
 Climacosira Grun. 254, 255  
 Climacosphenia Ehrbg. 117, 259  
 Cocconeis Ehrbg. 137, 138, 188, 191, 270, 271  
 Cocconema Ehrbg. 289  
 Cochlodinium Schütt. 14, 24, 29, 33, 45  
 \*Colletonema Brébisson 277  
 Colloderma G. Lister 324, 325  
**Collodermaceae** 324  
 Comatricha Preuß 323, 324  
 \*Coollia Meunier 96  
 Corethron Castrac. 122, 150, 151, 159, 160, 172—175, 182, 230, 231  
 Corinna Heib. 246  
 Corona Ehrbg. 299  
 Cornuvia Rostaf. 336  
**Coscinodiscoideae** 204  
 Coscinodiscus Ehrbg. 120, 121, 124, 126, 131, 138, 139, 142, 146, 157, 168, 170, 174, 175, 192, 198, 199, 212, 213  
 Craspedodiscus Ehrbg. 143, 211, 212  
 Craspedoporus Grev. 225  
 Craspedotella Kofoid 50  
 \*Crateriachea Rostaf. 327  
 Craterium Trentepohl 309, 328, 329  
 \*Craticula Grun. 274  
 \*Creswellia Grev. 208  
 Cribraria Persoon 320, 321  
**Cribrariaceae** 320  
 Cribrariales 306, 307, 311, 320  
 \*Crystallia Sommerf. 286  
 \*Ctenodiscus Pant. 301  
 \*Ctenophora Bréb. 265  
 \*Cyclophora Castr. 274  
 Cyclotella Kütz. 123, 143, 211, 212  
 Cylindrotheca Rabh. 233  
 \*Cymatogonia Grun. 219  
 Cymatopleura W. Sm. 189, 298  
 Cymatosira Grun. 263  
 Cymatoneis Cleve 279  
 Cymbalamphora Cleve 290  
 Cymbella Ag. 112, 113, 137, 138, 188, 201, 288  
**Cymbelloideae** 287  
 Cymbellonitzschia Hust. 297  
 \*Cymbophora Bréb. 287  
 \*Cymbosira Kütz. 269  
 \*Cystodinium Klebs 29, 42, 102  
 \*Cystoflagellata 50  
 \*Cystopleura Bréb. 292  
 \*Cytidium Morgan 327  
 Dactyliosolen Castr. 148, 150, 199, 231  
 Debya Pant. 219  
 \*Dendrelion Pant. 303  
 \*Dendrella Bory 286  
 \*Denticella Ehrbg. 242  
 \*Denticula Kütz. 262, 291, 292  
 \*Dermodium Rostaf. 318  
 \*Desmognonium Ehrbg. 179, 265, 267, 268, 292  
 Detonula F. Sch. 231  
 \*Diachaea Cooke 326  
 \*Diachaeella v. Höhnelt 326  
 Diachaea Fries 309, 325, 326, 327  
 \*Diadasmus Kütz. 263, 274  
 Dianema Rex 320, 333  
 Diatoma D. C. 130, 259, 260  
**Diatomeae** 105  
 Diatomella Grev. 201, 234  
 \*Diatomosira Grev. 261  
 Dichomeris G. K. 249  
 Dickieia Berkeley 278  
 \*Dicladia Schütt 167  
 Dicladopsis de Toni 303  
 Dictydiaethalum Rostaf. 307, 317  
 Dictydium Schrader 321  
 \*Dictyolampra Ehrbg. 212  
 Dictyoneis Cleve 278  
 \*Dictyopyxis Grev. 208  
 Diderma Persoon 308, 330, 331  
**Didymiaceae** 331  
 Didymium Schrader 305, 309, 331, 332  
 Didymosphenia M. S. 286  
 \*Dimastigoulaux Diesing 92  
 Dinomerogramma Rafts 262  
 Dinamoebidium Pascher 43  
**Diniferae** 33, 36, 38  
 \*Dinoflagellata Bütschli 35  
**Dinophyceae** Pascher 102  
**Dinophysiaceae** 24, 26, 32, 34, 73  
 Dinophysiales 32, 34, 72  
 Dinophysis Ehrbg. 14, 24, 34, 74, 75  
 \*Dinopyxis Stein 38  
 Dinosphaera Kof. et Mich. 34, 84  
**Dinosphaeraceae** 34, 84  
 Dinotrix Pascher 32, 102  
 \*Diomphala Ehrbg. 286  
 \*Diphtherium Ehrbg. 318  
 Diplamphora Cleve 290  
 \*Diplodinium Klebs 42, 62  
 \*Diploneis Ehrbg. 274, 276  
 \*Diplopelta Jörgensen 90  
 \*Diploptopsis Pavillard 91  
 Diplopsalis Bergh 34, 90, 93  
 \*Diplopsalopsis Meunier 90  
**Discaceae** 201, 204  
 \*Discopea Ehrbg. 212  
 Discosira Rabenh. 206  
 \*Discus Stodder 303  
 \*Disiphonia Ehrbg. 284  
 \*Dissodinium Pascher 42  
 Ditylum Baill. 117, 238  
 Donkinia Rafts 283  
 \*Doryphora Kütz. 262, 280  
 Druridgea Donk. 206  
 Dubosquella Chatton 34, 55, 64  
 \*Echinella Bréb. 257, 265, 269  
 Echinodiscus A. Mann 223, 224  
**Echinosteliaceae** 324

- Echinostelium de Bary 324, 325  
 Ellobiocystis Coutière 34, 56, 57, 67  
 Ellobiopsis Caullery 34, 56, 67  
 Encyonema Kütz. 289  
 Endictya Ehrbg. 208  
 \*Endosigma Bréb. 281  
 \*Endostauron Grun. 278  
 Enerthenema Bowman 323  
**Enteridiales** 311, 315, 333  
 Enteridium Ehrbg. 307, 316, 320  
 Enteromyxa Cienk. 312  
 Entogonia Grev. 239  
 \*Entomoneis Ehrbg. 256  
 Entopylla Ehrbg. 256  
 \*Entosolenia Williams 37  
 \*Entzia Lebour 91  
 Epithelion Pant. 302  
 \*Epithema Bréb. 292  
 Epithemia Bréb. 117, 126, 129, 142, 176, 182, 201, 292  
**Epithemiaceae** 203, 291  
 Erionema Penzig 329  
 Erythropis Hertwig 18, 22, 24, 34, 53  
 Ethmodiscus Castr. 141, 211  
 Eucampia Ehrbg. 110, 165, 166, 236, 237  
 Euceratium Grun. 94  
 \*Eumeridion Kütz. 259  
 Eunotia Ehrbg. 125, 129, 178, 179, 182, 195, 201, 267, 268  
**Eunotiaceae** 203, 268  
 \*Eunotopsis Grun. 249  
 Eunotogramma Weiße 247  
 \*Euodia Bail. 120, 249  
 \*Eupleuria Arnott 256  
 \*Euphyllidium Shadb. 299  
**Eupodiceae** 225  
 Eupodiscus Ehrbg. 119, 127 bis 129, 226, 227  
 \*Eutetracyclus Ralfs 251  
 \*Excentron 222  
 \*Exilaria Grev. 257, 265  
**Exosporales** 311, 314  
 Exuviaella Cienk. 16, 32, 33, 37  
 \*Falcatella Rabenh. 274  
 Fenestrella Grev. 229  
 Fragilaria Lyngb. 112, 130, 131, 180, 194, 195, 267  
**Fragilariaceae** 202, 251  
 \*Fragilariopsis Hust. 261  
 \*Frickea Hust. 279  
 Frustulia Ag. 192, 279  
 Fuligo Haller 307, 309, 311, 323  
 Fusigonyaulax Kofoid 86  
 \*Gallonella Ehrbg. 205.  
 Gallonella Bory 161, 162, 205  
 \*Gephyria Arnott 256  
 \*Girodella Gaill. 280  
 Glaucozystis 102  
**Glenodiniaceae** 34, 81  
 Glenodiniopsis Wolcz. 34, 82  
 Glenodinium Stein 14, 21, 24, 28, 29, 31, 33, 34, 82, 83  
 \*Gloeodictyon Ag. 238  
 Gloeodinium Klebs 28, 35, 81, 104  
 \*Gloeonema Ehrbg. 288  
 \*Glyphidium Fresen. 40  
 Glyphodesmis Grev. 262  
 Glyphodinium Kof. et Sw. 262  
 Glyphodiscus Grev. 227, 228  
 Gomphocymbella O. Müller 288  
 \*Gomphogramma A. Br. 251  
 \*Gomphoneis Cleve 286  
 \*Gomphonella Rabh. 286  
 Gomphonema Ag. 112, 119, 122, 286  
**Gomphonemoideae** 285  
 Gomphonitzschia Grun. 296  
 \*Gomphopleura Reichelt 280  
 Goniodoma Stein 34, 94, 95  
**Goniodomaceae** 34, 94  
 Goniothecium Ehrbg. 301  
**Gonyaulacaceae** 34, 84  
 Gonyaulax Diesing 15, 16, 21, 26, 33, 34, 85  
 Gossleriella F. Sch. 146, 148, 149, 197—199, 223  
 \*Grallatoria Kütz. 265  
 \*Grammatonema Kütz. 261  
 Grammatophora Ehrbg. 117, 136, 137, 179, 182, 184, 192, 255, 256  
 Grammonema Ag. 261  
 \*Grayia Brun. et Gr. 243  
 Grovea A. Schm. 225, 240  
 \*Grunowia Rabh. 294  
 Grunowiella H. v. H. 257  
 \*Grymia Bail. 238  
 Guinardia Perag. 115, 232  
 Gutwinskiella de Toni 214  
 Gymnaster F. Schütt 18, 34, 69  
**Gymnasteraceae** 34, 69  
**Gymnodiniaceae** 33, 41  
**Gymnodinales** 33, 39  
 Gymnodinium Stein 18, 20—24, 28—31, 33, 34, 42, 60  
 Gyrodinium Kof. et Sw. 20, 24, 25, 33, 45  
 Gyrodiscus Witt 217  
 \*Gyrotychus A. Schm. 219  
 Halamphora Cleve 290  
 \*Halionix Ehrbg. 219  
 Hantzschia Grunow 296  
**Haplodiniaceae** 33, 36  
 Haplodinium Klebs 32, 36  
 Haplazon Dogiel 31, 34, 55, 62, 63  
 \*Haynaldia Pant. 212  
 \*Heibergia Grev. 239  
 \*Helioliscus H. v. H. 219  
 \*Heliopelta Ehrbg. 219  
 Helminthopsis H. v. H. 248  
 \*Hemiarcyria Rostaf. 336  
 Hemiaulella de Toni 246  
 Hemialux Ehrbg. 110, 122, 245  
 Hemidinium Stein 34, 81  
 Hemidiscus Wallich 249  
 \*Hemiptychus Ehrbg. 216  
 Hemitrichia Rostaf. 309, 336, 337  
 Hensenella F. Sch. 232  
 Henshawia A. Mann 243  
 Hercotheca Ehrbg. 167, 301  
 \*Heribaudia Perag. 303  
 \*Heteraulacus Diesing 42  
 \*Heteraulax Diesing 42  
 Heterocampa Ehrbg. 267, 292  
 Heterocapsa Stein 20, 31, 33, 34, 71, 88  
 \*Heteroceras Forti 74  
 \*Heterodermaceae 320  
 Heterodictyon Grev. 214  
 \*Heterodictyon Rostaf. 321  
**Heterodiniaceae** 34, 95  
 Heterodinium Kofoid 34, 95  
 \*Heteromphala Ehrbg. 259  
 \*Heteroneis Cleve 270  
 \*Heterostephania Ehrbg. 212  
 \*Heterotrichia Massee 335  
 \*Himantidium Ehrbg. 194, 268  
 Histioneis Stein 15, 20, 34, 76  
 \*Homoeocladia Ag. 280, 296  
 \*Huttonia Grev. et St. 243  
 Huttoniella G. K. 242, 243  
 Hyalodictya K. K. 206, 207  
 Hyalodiscus Ehrbg. 206, 207  
 \*Hyalodiscus Hertw. et Lesser 313  
 \*Hyalosira Kütz. 254  
 \*Hydrolinum Link 280  
**Hydromyxales** 306, 311  
 \*Hydrosera Wall. 239, 248  
 Hydrosilicon Brun. 260  
 Hymenobolina Zukal 319  
 \*Hypnodinium Klebs 30, 42, 102  
 \*Hystrix Bory 265  
 \*Insilella Ehrbg. 241  
 \*Iocraterium Jahn 329  
 Isodiscus Rattr. 227  
 Isthmia Ag. 119, 120, 123, 124, 126, 127, 129, 142, 244  
 \*Isthmiella Cleve 244  
 \*Janischia Grun. 212  
 \*Jundzillia Racib. 322  
 Kentrodiscus Pant. 300  
 Kittonia Grev. et St. 242  
 Kleistobolus Lippert 319  
 Kolkwitzia Lindemann 34, 72  
**Kolkwitziaceae** 34, 71  
**Kolkwitziales** 32, 34, 70  
**Krossodiniaceae** Schilling 88  
 \*Kryptoperidiniaceae Lindemann 81

- \*Kryptoperidinium Lindemann 82, 83  
 Ktenodiscus Pant. 301  
 \*Kytodiniaceae Schilling 41, 81  
 Lachnobilus Fries 334  
 Laevigella Kof. et Sw. 45  
 Lamella Brun. 256  
 \*Lampriscus Grun. 239  
 Lamproderma Rostaf. 323  
 \*Lamprotediscus Pant. 239  
 Lauderia Cleve 150, 197, 230, 231  
 Leangium Link 330  
 Leocarpus Link 328, 330  
 Lepidoderma de Bary 332  
 \*Lepidodermopsis v. Höhnelt 332  
 Lepidodiscus Witt. 220  
 Leptocylindrus Cleve 231  
 Leptoderma G. Lister 325, 331  
 Leptodiscus R. Hertwig 50  
 \*Leptophrys Hertwig et Lesser 314  
 Leudugeria Temp. 249  
 Libellus Cleve 192, 272, 278  
 \*Licaethalium Rostaf. 316  
 Licea Schrader 307, 308, 316, 319, 320  
 Liceaceae 318  
 Liceales 311, 318  
 Liceopsis Torrend 316  
 Liemophora Ag. 112, 130, 197, 257, 258  
 Liemospheonia Mereschk. 258  
 \*Lignidium Link 328  
 Lindbladia Fries 320  
 Lineadinium Kof. et Sw. 43  
 \*Lioneis Ehrbg. 247  
 Liostephania Ehrbg. 16  
 \*Liparogyra Ehrbg. 205  
 Liradiscus Grev. 214  
 Lissaiella Lindemann 34, 71  
 Listerella Jahn 306, 308, 319  
 Listerellaceae 319  
 Lithodesmium Ehrbg. 238  
 \*Lobarzewskya Trev. 259  
 \*Lohmannia Neresh. 67  
 \*Lohmannella Neresh. 67  
 Lophodinium Lemmermann 34, 72  
 \*Lunularia Bory 288  
 Lycogala Michell 307, 318  
 Lycogalaceae 318  
 \*Lysicyclia Ehrbg. 206  
 Lysigonium Link 205  
 \*Mammaria Ehrbg. 48  
 Mammula G. K. 228  
 Margarita A. Lister 333  
 Margaritaceae 333  
 Margaritales 307, 311, 333  
 \*Margaritoxon Janisch 256  
 \*Mastodiscus Bail. 228  
 Mastogloia Thwait. 113, 285  
 Mastogonia Ehrbg. 300  
 Mastoneis Cleve 279  
 \*Matruchotiella Skupienski 321  
 \*Melodinium Kent 42  
 Melosira Ag. 120, 124, 130, 131, 144—146, 161—167, 169—172, 196, 197, 205  
 Meridion Ag. 259  
 Meridionoideae 256  
 \*Mesasterias Ehrbg. 222  
 \*Mesenterica 304  
 \*Micromegala Ag. 277, 280  
 \*Microtaeniella Calkins 62  
 \*Microtheca Ehrbg. 303  
 Minakata G. Lister 334  
 \*Minuscula Lebour 89  
 Moelleria Cleve 156, 157, 236  
 Monaster F. Schütt 34, 68  
 \*Monema Grev. 277, 280  
 \*Monnema Mengh. 277  
 \*Monogramma Ehrbg. 269  
 Monopsis Grov. et St. 228  
 Monoraphideae 269  
 \*Mucilago Adanson 332  
 Muelleriella van Heurck 206, 207  
 Murrayella Kofoid 35, 97  
 Mycetozoa 304  
 \*Myxogasteres 309  
 Myxomycetes 304  
 Navicula Bory 111, 113, 119, 125, 132, 133, 140, 176, 186, 187, 192, 194, 197, 274  
 Naviculaceae 203, 272  
 \*Naunema Ehrbg. 277, 280  
 \*Neidium Pfitzer 274  
 Nematodinium Kof. et Sw. 20, 34, 51, 62  
 \*Nematoplata Bory 261  
 \*Neodiatoma O. Ktze 259  
 \*Nephrodinium Meunier 89  
 Neresheimeria Uebel 34, 67  
 Nitzschia Hassal 125, 136, 140, 165, 170, 179, 182, 188, 189, 192, 193, 197, 294  
 Nitzschaceae 203, 293  
 Nitzschiella Grun. 296  
 Noctiluca Suriray 21, 22, 24, 25, 33, 34, 48  
 Noctilucaeae 34, 47, 48  
 Nothoceratium de Toni 240  
 Novilla Heiberg 298  
 Odontella Ag. 143, 242  
 \*Odontidium Kütz. 259, 262  
 \*Odontodiscus Ehrbg. 212  
 Odontotropis Grun. 242  
 \*Oestrupia Heid. 274  
 \*Okedenia Eulens. 280, 289  
 Oligonema Rost. 336  
 \*Omphalopelta Ehrbg. 219  
 Omphalopsis Grev. 259, 260  
 \*Omphalotheca Ehrbg. 301  
 \*Oncodiscus Bail. 212  
 \*Oncosphenia Ehrbg. 259  
 Oodinium Chatton 34, 55, 57, 59  
 Opephora Petit 257  
 \*Ophiodocampa Ehrbg. 267, 292  
 \*Ophiotheca Currey 334  
 Orcadella Wingate 319  
 Ornithocercus Stein 15, 20, 23, 34, 75  
 Orthoneis Grun. 271  
 \*Orthosira Thw. 205  
 \*Orthotricha Wingate 324  
 \*Orthotrichia Celak. fl. 323  
 Orthotropis Cleve 232  
 Osteopsiaceae 35, 96  
 Osteopsis J. Schmidt 35, 96  
 Ouracoccus 104  
 Oxyamphora Cleve 290  
 Oxyphysis Kofoid 34, 77, 78  
 Oxyrrhis Dujardin 24, 25, 40  
 Oxytoxaceae 35, 97  
 Oxytoux Stein 33, 97, 98  
 Pachydinium Pavillard 34, 84  
 Pachydinium Kof. et Sw. 44  
 Palmeria Grev. 249  
 Pantocsekia Grun. 207  
 Paradinium Chatton 34, 56, 64, 66  
 Paralia Kütz. 206  
 Parallobiopsis Collin 34, 56, 67  
 Parapodinium Chatton 34, 55, 60  
 \*Parellon A. Schmidt 75, 303  
 \*Parrocelia Gourret 100  
 Paulsenella Chatton 32, 34, 55, 64  
 Pavillardia Kof. et Sw. 22, 34, 48  
 \*Pelagorhynchus Pavillard 40  
 \*Penardia Cash 314  
 Pennales 250  
 \*Pentapodiscus Ehrbg. 224  
 Peponia Grev. 301  
 Peragallia F. Sch. 156, 235  
 Perichaena Fries 309, 334, 335  
 Peridiniaceae 34, 88  
 Peridinales 34, 79  
 Peridiella Kof. et Mich. 34, 86  
 \*Peridiniopsis Lemmerm. 89, 90  
 Peridinium Ehrbg. 17, 19, 21, 24, 26—28, 34, 39  
 Periptera Ehrbg. 167, 302  
 Peristephania Ehrbg. 208  
 \*Perithyra Ehrbg. 212, 226  
 \*Perizonium Cohn et Janisch 274  
 Peronia Bréb. et Arn. 201, 267, 268  
 Perrya Kitton 294  
 Phalacroma Stein 34, 73, 74  
 \*Phlebomorpha 309  
 \*Phlyctaenia Kütz. 274

- Physaraceae** 325  
**Physarales** 306, 307, 308, 311, 325  
*Physarella* Peck 309, 329  
*Physarina* v. Höhnelt 309, 311  
*Physarum* Persoon 309, 311, 327, 328  
**Phytodiniaceae** 23, 31  
**Phytodiniæ** 21, 35, 36, 43, 102  
*Phytodinium* Klebs 35, 102  
*\*Pinnularia* Ehrbg. 111, 133, 137, 138, 144, 176, 177, 274, 276  
*\*Placoneis* Mereschk. 274  
*Plagiodyscus* Grun. et Eul. 299  
*Plagiogramma* Grev. 359  
*Plagiotropis* Pflzt. 282  
**Plakopodaceae** 313  
*Plakopus* F. E. Schulze 313  
**Planktoniellæ** 217  
*Planktoniella* F. Schütt 115, 122, 146—148, 197, 199, 218  
*Platydinium* Kof. 96  
*\*Pleurodesmium* Kütz. 248  
*Pleurosigma* W. Sm. 119, 134 bis 136, 180, 187, 197, 272, 281  
*\*Pleurosiphonia* Ehrbg. 274  
*\*Pleurosira* Menegh. 242  
*Pleurostauron* Rabh. 278  
*Ploiaria* Pant. 242, 245  
*\*Podiscus* Baill. 224  
*Podocystis* Kütz. 299  
*\*Pododiscus* Kütz. 205  
**Podolampacæ** 16, 35, 100  
*Podolampas* Stein 18, 35, 100  
*Podosira* Ehrbg. 205  
*\*Podosphenia* Ehrbg. 257  
*\*Polyceratium* Castr. 239  
*Polydinium* Kof. et Sw. 46  
**Polykrikacæ** 33, 46  
*Polykrikos* Bütschli 20, 33, 47  
*Polymyxus* Bail. 220  
*Polyopsidella* Kof. et Sw. 54  
*\*Ponticella* Ehrbg. 267  
*\*Pontomyxa* Topsisent 314  
*Poroceratium* Vanhöffen 94  
*\*Porocyclus* Ehrbg. 205  
*Porodiscus* Grev. 211  
*\*Porostaurus* Ehrbg. 274  
*Porpeia* Bail. 247, 248  
*\*Postporocentrum* Gourret 38  
*\*Pouchetia* F. Schütt 52  
*\*Pouchetia* Kof. et Sw. 52  
*\*Preperidinium* Mangin 91  
*\*Pritchardia* Rabh. 294  
*Pronocitiluca* Fabre-Domergue 33, 40  
**Pronocitilucacæ** 33, 39  
*\*Properidinium* Meunier 88  
**Prorocentracæ** 33, 37  
*Prorocentrum* Ehrbg. 16, 22 32, 33, 38  
*Proterythropsis* Kof. et Sw. 34, 53  
**Protoceratiacæ** 34, 83  
*Protoceratium* Bergh 34, 84  
*\*Protoderma* Rostaf. 319  
*\*Protodiniifer* Kof. 22, 40  
*\*Protodiniiferidae* Kof. et Sw. 22  
*\*Protodinium* Lohmann 42  
*\*Protoperidinium* Pouchet 85  
*Prototrichia* Rost. 333, 334  
*Protopsis* Kof. et Sw. 34, 49, 51  
*Psammamphora* Cleve 290  
*\*Pseudoamphipora* Cleve 290  
*\*Pseudoaualiscus* Fortm. 226, 229  
*\*Pseudococcinodiscus* Grun. 239  
*\*Pseudodictyonæis* Pant. 278  
*\*Pseudoeunotia* Grun. 267  
*Pseudophalacroma* Jørgensen 34, 73  
*\*Pseudopleurosigma* Grun. 274  
*Pseudorutilaria* Grove et St. 249  
*\*Pseudostephanodiscus* Grun. 212  
*\*Pseudostictodiscus* Grun. 239  
*\*Pseudosynedra* Leud. Fortm. 265  
*\*Pseudotriceratium* Grun. 212  
*\*Psychmatella* Kütz. 265  
*\*Pterotheca* Grun. 300  
**Ptychodiscacæ** 34, 70  
*Ptychodiscus* Stein 14, 34, 70  
*Pyrgidium* Stein 98  
*Pyrgodiscus* Kitton 224  
*\*Pyrocystis* Jørgensen 42  
*Pyrodinium* Plate 34, 87  
**Pyrophacacæ** 34, 96  
*Pyrophacus* Stein 27, 34, 96, 97  
*\*Pyxidula* Ehrbg. 206, 301  
*Pyxilla* Grev. 300  
*\*Raciborskia* Berl. 323  
*\*Raciborskia* Woloszynska 42  
*Radio Palma* Brun. 212  
*Radiozom* Mingazzini 50  
*\*Ralfsia* O'Meara 261  
**Raphidioideæ** 268  
*\*Raphidodiscus* Christ. 274  
*Raphoneis* Ehrbg. 262  
*Rattrayella* de Toni 227  
*Reichelitia* H. v. H. 280, 281  
*Reticularia* Bulliard 307, 316  
**Reticulariacæ** 316  
*\*Rhabdium* Wall. 265  
*Rhabdonema* Kütz. 117, 124, 136, 137, 179, 182—184, 200, 282, 253  
*\*Rhabdigoia* Kütz. 280  
*\*Rhizophora* Kütz. 257  
*Rhizosolenia* Perag. 117, 120, 122, 125, 152, 153, 157, 160, 164, 166, 167, 168, 182, 198, 199, 232  
*Rhoiconæis* Grun. 282  
*Rhoicosigma* Grun. 284  
*Rhoicosphenia* Grun. 286, 287  
*Rhopalodia* O. Müller 119, 184, 185, 187, 194, 201, 227, 293  
*\*Rhynchomonas* Lohmann 40  
*\*Rimaria* Kütz. 265  
*Roperia* Grun. 227  
*\*Rosaria* Carmich. 303  
*\*Rostafinska* Racib. 323  
*Rotundinium* Kof. et Sw. 42  
*\*Rouleau* Gourret 85  
*Rouxia* Brun. et Hér. 231  
*Rutilaria* Grev. 250  
**Rutilariacæ** 202, 249  
*\*Rutilariopsis* v. Heurck 250  
*Rylandsia* Grev. 222  
*\*Salacia* Pant. 251  
*\*Salpicola* Bergoni 57  
*\*Scalprum* Corda 281  
*\*Scapha* Ed. Mart. 303  
*Sceletonema* Grev. 120, 144, 150, 197, 198, 209  
*Sceptonæis* Ehrbg. 257  
*Schimperella* G. K. 213  
*Schizodinium* Chatton 34, 56, 61, 62  
*Schizonema* Ag. 277  
*\*Schizostauron* Grun. 274, 278  
*\*Schroederella* Pavillard 230  
*Schuetitia* Forti 219  
*Scoliopleura* Grun.  
*Scoliopleura* Cleve 282  
*Scoparius* Castr. 230  
*\*Scyphium* Rostaf. 326  
*\*Scytonema* Ag. 277  
*\*Sellaphora* Mereschk. 274  
*\*Sigmatella* Kütz. 294  
*\*Siphoptechium* Rost. 317  
*\*Slabberia* Oken 48  
**Soleniacæ** 202, 230  
*Solium* Heib. 246  
*\*Spatangidium* Bréb. 222  
*\*Spermatogonia* (Leud.) Fortm. 303  
*\*Sphaerocarpus* Bulliard 317  
*Sphaerodinium* Kofoid 96  
*\*Sphaerodinium* Woloszynska 82  
*\*Sphaerophora* Hass. 205  
*\*Sphaerothermia* Ehrbg. 205  
*\*Sphenella* Kütz. 286  
*\*Sphenosira* Ehrbg. 286  
*Spiraulax* Kofoid 34, 86  
*\*Spirodinium* Schütt 45  
*\*Sphinctocystis* Hass. 298  
*Spumaria* Persoon 311, 332  
*Staphylocystis* Coutière 34, 56, 67  
*\*Stasziella* Woloszynska 82  
*Stauroneis* Ehrbg. 274, 276, 278  
*\*Stauropora* Ehrbg. 274

- \*Staurosigma Grun. 281  
 Staurosira Ehrbg. 262  
 Steiniella Schütt 86  
 \*Steiniella Cleve 97  
 Stelladiscus Rattray 217  
**Stemonitaceae** 322  
**Stemonitales** 306—308, 311, 321, 323  
 Stemonitis Gleditsch 305, 307, 322  
 \*Stenopterobia Bréb. 298  
 Stephanodiscus Ehrbg. 122, 212  
 Stephanogonia Ehrbg. 300  
 Stephanopyxis Ehrbg. 144, 145, 150, 208  
 \*Stephanosira Ehrbg. 205, 208  
 Stictocyclus A. Mann 226  
 \*Stictodesmis Grev. 256, 274  
 Stictodiscella de Toni 215  
 Stictodiscus Grev. 215  
 \*Stictoneis Grun. 271  
 Stigmaphora Wallich 285  
 Stoschia Janisch 213  
 Strangulonema Grev. 209, 210  
 Streptotheca Cleve 197, 237  
 Striatella Ag. 136, 254  
 \*Strongylium Ditmar 316  
 \*Stylaria Bory 257  
 Stylobibulum Ehrbg. 250, 251  
 Stylodinium Klebs 35, 103  
 \*Suriraya Turp. 298  
 Suriella Turp. 122, 125, 132, 133, 135, 138, 139, 176, 180  
   bis 182, 188—191, 195, 293  
 \*Symblepharis Ehrbg. 303  
 \*Symbolophora Ehrbg. 212, 219  
 \*Syncyclica Ehrbg. 238  
 \*Syndendrium Ehrbg. 234  
 Syndetocystis Ralfs 209, 210, 301  
 Syndetoneis Grun. 301  
 Syndinium Chatton 24, 34, 56, 62, 63, 65  
 Synedra Ehrbg. 112, 122, 125, 137, 138, 179, 199, 264, 265  
 Syringidium Ehrbg. 303  
 \*Syrinx Corda 259  
 \*Systephania Ehrbg. 208  
 Tabellaria Ehrbg. 109, 130  
   bis 132, 132, 253, 254  
**Tabellarioideae** 251  
 \*Tabularia Kütz. 265  
 Tabulina Brun. 230  
 \*Temachium Wallr. 261  
 Temperea Forti 219  
 Terebraria Grev. 265  
 Terpsinoe Ehrbg. 182, 247, 248  
 Tessella Ehrbg. 254  
 Tetracyclus Ralfs 117, 251, 252  
 Tetradinium Klebs 35, 103  
 \*Tetragramma Bail. 243  
 \*Tetrapodiscus Ehrbg. 224  
 \*Thalassionema Grun. 265  
 Thalassiosira Cleve 123, 130, 131, 198, 199, 209  
 Thalassiothrix Cl. et Grun. 180, 193, 266  
 \*Thaumatohabidium Trev. 254  
 Thaumatonema Grev. 209, 210  
**Thecatales** 33, 36, 37  
 \*Tilmadoche Rostaf. 327  
 Torodinium Kof. et Sw. 18, 19, 24, 33, 46  
 Toxarium Bail. 266  
 Toxonidea Donk. 282  
 \*Toxosira Bréb. 267  
 Trachyneis Cleve 279  
 Trachysphenia Petit 257  
 Tribrachia A. Mann 240, 241  
 Triceratium Ehrbg. 120—122, 124, 126, 128, 129, 133, 143, 144, 162, 163, 239  
 Trichamphora Jungh. 329  
 Trichia Haller 336  
**Trichiaceae** 336  
**Trichiales** 308, 310, 311, 334  
 \*Trigonium Cleve 239  
 Trinacria Heib. 246.  
 \*Tripodiscus Ehrbg. 224  
 Triposolenia Kofoid 23, 34, 78  
 \*Trochiscia Mont. 205  
 \*Trochosira Kitten 208  
 Tropidoneis Cleve 180, 272, 282  
 Truania Pant. 217  
 Tryblionella Grun. 294  
 Trypanodinium Chatton 31, 34, 56, 64, 65  
 \*Tschestnowia Pant. 224  
 Tubifera Gmelin 317  
**Tubiferaceae** 317  
 Tabularia Brun. 267  
 \*Tubulina Persoon 317  
 \*Ulnaria Kütz. 265  
 Urococcus Hassal 104  
 \*Valdiviella Schimper 146, 148, 218  
 Vampyrella Cienkowski 308, 310, 314  
**Vampyrellaceae** 313  
 Vampyrellidium Kopf 313  
 \*Vampyrelloides Schepotieff 314  
 \*Vanheurckia Bréb. 192, 279, 280  
 \*Vanheurckia Pant. 303  
 Vesiculifera Hass. 303  
 \*Vibrio O. F. Müller 294  
 Warnowia Lindemann 18, 34, 52  
**Warnowiaceae** 34, 51  
 Warnowiella Lindem. 52  
 \*Wilczekia Meylan 331  
 \*Willemoesia Castr. 212  
 Wittia Pant. 220, 221  
 \*Wrightia O'Meara 303  
 Xanthiopyxis Ehrbg. 301  
 Zygoceros Ehrbg. 242









